

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE  
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y  
DESECHOS SÓLIDOS PARA LA FINCA AGRÍCOLA HAMBURGO,  
SAN FELIPE, RETALHULEU.**

**POR:**

**Cristhian Alexander González Espinosa  
CARNÉ: 201141371**

**Mazatenango, octubre de 2016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE  
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y  
DESECHOS SÓLIDOS PARA LA FINCA AGRÍCOLA HAMBURGO,  
SAN FELIPE, RETALHULEU.**

**Trabajo presentado a las autoridades del Centro Universitario del  
Suroccidente -CUNSUROC- de la Universidad de San Carlos de  
Guatemala -USAC-**

**Por:**

**Cristhian Alexander González Espinosa**

**CARNÉ: 201141371**

**Previo a conferírsele el título que le acredita como:**

**Ingeniero en Gestión Ambiental Local**

**En el grado académico de Licenciado**

**Mazatenango, octubre de 2016**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Centro Universitario del Suroccidente**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo Rector

Dr. Carlos Enrique Camey Rodas Secretario General

**Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente**

MSc. Mirna Nineth Hernández Palma Directora en funciones

**Representante de Profesores**

MSc. José Norberto Thomas Villatoro Secretario en funciones

**Representante Graduado del CUNSUROC**

Lic. Ángel Estuardo López Mejía Vocal

**Representantes Estudiantiles**

TS. Elisa Raquel Martínez González Vocal

Br. Irrael Esduardo Arriaza Jerez Vocal

## **COORDINACIÓN ACADÉMICA**

Coordinador Académico

MSc. Carlos Antonio Barrera Arenales

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Edin Aníbal Ortiz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical

MSc. Jorge Rubén Sosof Vásquez

Coordinadora Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y  
Notario

Lcda. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinador Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Celso González Morales

**CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC**

Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

Lcda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la  
Comunicación

MSc. Paola Marisol Rabanales

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS:**

Todopoderoso, creador del universo, por ser mi fuente, mi sustento, el que me ha dado la capacidad, la valentía y fortaleza para que este sueño se hiciera realidad, sin ti mi Dios no hubiese podido, gracias por tu inmenso amor que me demuestras día con día.

### **A MIS PADRES:**

Carlos González Ruíz y Melina Espinosa de González.

Regalos maravillosos que Dios me ha dado, quienes son el pilar de mi vida, gracias por su apoyo incondicional, por sus esfuerzos, sacrificios, consejos, valores, cariño y amor que recibo, a quienes admiro y dedico mi triunfo, los bendigo por siempre.

### **A MI HERMANO:**

Carlos González Espinosa, por su apoyo incondicional que siempre me ha brindado, a quien quiero, admiro y agradezco a Dios por regalarme a una persona especial.

### **A MI CUÑADA:**

Anyelica Barrios de González, por brindarme su apoyo, cariño y asesoría cuando más lo necesitaba y a quien quiero como una hermana.

### **A MIS SOBRINOS:**

Angelo, Daniel y Luis Fernando, por su dulce compañía, quienes me divierten por sus travesuras día con día, por lo cual soy muy afortunado en tenerlos, Dios los bendiga.

**A MI FIEL AMIGA:**

Peguí, por estar en mis largos días de trabajo y por su cariño incondicional.

**A MIS AMIGOS**

Por demostrarme su cariño y apoyo incondicional.

**A MIS DOCENTES:**

De la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, que impartieron sus conocimientos y experiencias que serán la base de mi profesión.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Por ser mi casa de estudios y fuente inagotable de sabiduría.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	3
III. Marco referencial.....	4
3.1. Información general de la Finca Agrícola Hamburgo.....	4
3.2. Objetivos de la institución.....	6
3.3. Beneficios a los trabajadores.....	6
3.4. Organigrama de la institución.....	7
3.5. Descripción ecológica del área de la Finca Agrícola Hamburgo.....	8
3.5.1. Zonas de vida y clima.....	8
3.5.2. Suelos.....	8
3.5.3. Hidrología.....	8
3.5.4. Flora y fauna.....	9
3.6. Rainforest Alliance (RAS).....	11
3.7. Manejo actual de desechos sólidos en la Finca Agrícola Hamburgo.	12
IV. Marco Conceptual.....	13
4.1. Rainforest Alliance (RAS).....	13
4.1.1. Sistema de calificación de la norma RAS.....	14
4.1.2. Aplicabilidad de los criterios.....	15
4.2. Desechos y residuos.....	15
4.2.1. Desechos.....	15
4.2.2. Residuos.....	16
4.3. Clasificación desechos sólidos.....	16
4.4. Gestión integral de los desechos sólidos.....	18
4.4.1. Clasificación de los desechos según área de producción.....	19
4.4.2. Clasificación de los desechos hospitalarios.....	20
4.4.3. Clasificación de los desechos sólidos.....	20
4.4.3.1. Tratamiento de desechos orgánicos.....	21
4.4.4. Compostaje.....	22
4.4.4.1. Desechos inorgánicos.....	23
4.5. Planta de tratamiento de desechos sólidos.....	23

4.5.1.	Fases de una planta de tratamiento de desechos sólidos.....	24
4.6.	Aspectos a considerar en la ubicación de la planta de tratamiento de desechos sólidos.....	28
4.7.	Indicadores de desechos sólidos.....	29
4.7.1.	Generación de desechos sólidos per-cápita.....	30
4.7.2.	Peso volumétrico y composición de los desechos.....	31
4.8.	Composición de los desechos sólidos.....	31
4.8.1.	Propiedades físicas de los desechos sólidos.....	31
<b>CONTENIDO</b>		<b>PAG.</b>
4.8.2.	Propiedades químicas de los desechos sólidos.....	32
4.9.	Demanda biológica de oxígeno (DBO) y Química de Oxígeno (DQO).....	33
4.10.	Carga de retención hidráulica.....	34
4.11.	Procedimientos básicos para la elaboración de un manual de operaciones.....	35
V.	Materiales y métodos.....	38
5.1.	Materiales.....	38
5.2.	Métodos.....	40
5.2.1.	Determinación cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos.....	40
5.2.2.	Determinación de las fases de tratamiento para los residuos y desechos sólidos.....	47
5.2.3.	Dimensiones y aspectos a considerar en la ubicación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	51
5.2.4.	Determinación del costo de inversión y de operación de la planta de tratamiento de desechos sólidos.....	55
5.2.5.	Manual de operación para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	57
VI.	Resultados.....	58
6.1.	Determinación cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo.....	58
6.2.	Proyección de la población, residuos y desechos sólidos en peso y	



volumen.....	65
6.2.1. Proyección de la población para la Finca Agrícola Hamburgo.....	65
6.2.2. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material orgánico .....	68
6.2.3. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material orgánico.....	69
6.2.4. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material recuperable.....	70
6.2.5. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material recuperable.....	71
6.2.6. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material no recuperable.....	73
6.2.7. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material no recuperable.....	73

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
6.3. Fases de tratamiento para los residuos y desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo.....	75
6.4. Dimensiones y ubicación adecuada para la planta de tratamiento de desechos sólidos.....	82
6.4.1. Criterios para el diseño de las unidades de tratamiento.....	82
6.4.1.1. Obras complementarias.....	86
6.4.2. Criterios para selección del sitio de construcción.....	86
6.5. Determinación del costo de inversión y de operación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	89
6.5.1. Inversión inicial.....	89
6.5.1.1. Fase de construcción.....	89
6.5.1.2. Presupuesto mobiliario y equipo.....	92

6.5.1.3.	Resumen de inversión inicial.....	93
6.5.2.	Costos de operación.....	93
6.5.2.1.	Insumos y accesorios.....	93
6.5.3.	Gastos de administración.....	99
6.5.4.	Ingresos estimados por la venta de compost.....	104
6.5.5.	Tarifas por la venta de material reciclable.....	105
6.6.	Flujo de caja.....	107
6.7.	Manual de operaciones para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos de la Finca Agrícola Hamburgo.....	111
6.7.1.	Introducción.....	111
6.7.2.	Objetivos.....	112
6.7.3.	Determinación de los aspectos de operación.....	112
6.7.3.1.	Operación de las fases de tratamiento.....	113
6.7.4.	Descripción de actividades para el personal requerido en la operación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	116
6.7.5.	Medidas higiénicas y protección personal.....	122
6.7.5.1.	Herramienta para los operarios de la planta.....	123
6.7.5.2.	Mantenimiento de las unidades de tratamiento de la planta.....	123
6.7.5.3.	Organigrama de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	124
6.7.6.	Sueldos del personal, según el puesto para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	
6.7.7.	Normas de comportamiento y sanciones en la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	125

## CONTENIDO

6.8.	Propuestas para la reducción de costos para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.....	PÁG. 127
VII.	Conclusiones.....	130
VIII.	Recomendaciones.....	132

IX.	Bibliografía.....	<b>134</b>
X.	Anexos.....	<b>141</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁG.
1. Mapa de la Finca Agrícola Hamburgo.....	5
2. Organigrama de la Finca Agrícola Hamburgo.....	7
3. Porcentajes de cumplimiento de los diez principios de la norma RAS.....	11
4. Fases de tratamiento de los desechos sólidos.....	48
5. Clasificación de desechos sólidos.....	63
6. Clasificación de desechos sólidos inorgánicos.....	64
7. Dimensiones del Almacén/bodega de la planta de tratamiento.....	82
8. Dimensiones de la cámara de compostaje de la planta de tratamiento.....	83
9. Dimensiones del patio de maduración de la planta de tratamiento.....	84
10. Dimensiones del relleno sanitario de la planta de tratamiento.....	85
11. Ubicación propuesta para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	87
12. Plano de diseño de la planta de tratamiento de desechos sólidos en la Finca Agrícola Hamburgo.....	88
13. Esquematización de la operación en las fases de tratamiento.....	115
14. Organigrama de la planta de tratamiento.....	124
15. Folleto ilustrativo de la clasificación de desechos sólidos.....	141
16. Identificación de las casas de la Finca Agrícola Hamburgo.....	144
17. Clasificación, pesado, determinación del volumen de los desechos.....	145
18. Croquis de las áreas del pesado de los residuos y desechos sólidos.....	146

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁG.
1. Especies de malezas de la Finca Agrícola Hamburgo.....	9
2. Especies frutales de la Finca Agrícola Hamburgo.....	9
3. Especies de árboles maderables de la Finca Agrícola Hamburgo.....	9
4. Especies de animales silvestres en la Finca Agrícola Hamburgo.....	10
5. Especies de animales domésticos en la Finca Agrícola Hamburgo.....	10
6. Composición física de los desechos sólidos.....	21
7. Aspectos a considerar en la ubicación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	28
8. Propiedades químicas de los desechos sólidos.....	32
9. Materiales utilizados para la elaboración del proyecto.....	38
10. Fechas del pesado de los residuos y desechos sólidos.....	41
11. Procedimiento del pesado domiciliar.....	42
12. Formato para anotar los datos de peso de los residuos y desechos sólidos...	42
13. Proceso del pesado de las áreas: Oficinas y vía pública.....	42
14. Procedimiento utilizado para la determinación de la densidad de los residuos y desechos sólidos.....	43
15. Composición física de los residuos y desechos sólidos.....	43
	47
16. Registro de habitantes por estrato de la investigación.....	58
17. Peso de los residuos y desechos sólidos del mes de junio del año 2015.....	58
18. Cálculo de la producción per-cápita el mes de junio del año 2015.....	59
19. Pesado de los residuos y desechos sólidos del mes de julio del año 2015.....	60
20. Cálculo de la producción per-cápita del mes de julio del año 2015.....	60
21. Promedio del pesado de los meses de junio y julio del año 2015.....	61
22. Densidad promedio de los desechos sólidos, con base a la caracterización de los desechos sólidos.....	62
23. Clasificación física de los desechos sólidos generados en la Finca Agrícola	

Hamburgo.....	63
24. Proyección de la población para la Finca Agrícola Hamburgo.....	65
25. Proyección diaria, mensual y anual en peso de la producción total de residuos y desechos sólidos.....	67
26. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material orgánico.....	68
27. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material orgánico.....	69
28. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material recuperable.....	71
29. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material recuperable.....	72
30. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material no recuperable.....	73
31. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material no recuperable...	74

<b>CUADROS</b>	<b>PÁG.</b>
32. Presupuesto de construcción.....	89
33. Presupuesto de mobiliario y equipo para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	92
34. Resumen de inversión inicial de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	93
35. Equipo de limpieza para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	94
36. Equipo para el área de compostaje y relleno sanitario.....	98
37. Papelería y útiles de oficina.....	100
38. Ingresos estimados por la venta de compost en 20 años.....	104
39. Precios unitarios del material reciclable por quintal.....	105
40. Ingresos estimados por la venta del material recuperable en la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	106
41. Flujo de caja para la planta de tratamiento de desechos sólidos.....	107
42. Descripción de puestos de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	113
43. Medidas de higiene y protección personal dentro de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.....	122
44. Gastos fijos mensuales y anuales para el primer año de funcionamiento para la planta de tratamiento de desechos sólidos.....	125

45. Registro de precipitación pluvial de la Finca Agrícola Hamburgo.....	<b>143</b>
46. Datos del pesado del mes de junio del año 2015 en libras, de los residuos y desechos sólidos.....	<b>147</b>
47. Datos del pesado del mes de julio del año 2015 en libras de los residuos y desechos sólidos.....	<b>148</b>
48. Nombres de los lotes de la Finca Agrícola Hamburgo.....	<b>150</b>

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal, el diseño de una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos para la Finca Agrícola Hamburgo, San Felipe Retalhuleu, para el cumplimiento del criterio 10.1 Principio 10 de la normativa de certificación Rainforest Alliance (RAS).

La Finca Agrícola Hamburgo se encuentra ubicada a 176 km. de la ciudad de Guatemala vía carretera centro americana CA-2, a una distancia de 28 km. del municipio de San Felipe Retalhuleu; se dedica a la producción de café (*Coffea arábica*) y macadamia (*Macadamia integrifolia*), tiene como meta principal ser la empresa productora número uno en la exportación a nivel nacional e internacional de sus productos, se encuentra certificada por la norma Rainforest Alliance (RAS) desde el año 2012 y está próxima a certificarse con la norma Starbucks Coffee (2016).

Según investigación previa, en la fase de diagnóstico se determinó que la Finca Agrícola Hamburgo cumple con el 87.49% de la certificación RAS. En el caso del principio 10 (Manejo integrado de desechos), de dicha norma que establece la creación de un plan integrado para el tratamiento de los residuos y desechos sólidos, se ha obtenido una calificación del 66.67% es por esto que se realizó el proyecto del diseño de una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, y aumentar el grado de ponderación a 83.33%.

Los objetivos planteados para el presente proyecto se alcanzaron a través de cinco etapas; a) determinar cualitativa y cuantitativamente los residuos y desechos sólidos, b) definir las fases de tratamiento, c) establecer las dimensiones y ubicación d) determinar el costo de inversión y operación, y e) diseñar un manual de operaciones y descripción de puestos.



En las etapas de investigación se utilizaron diversas metodologías que marcaron los lineamientos técnicos necesarios para la estructuración del proyecto, tales como: un censo para determinar el número de viviendas y trabajadores de la finca, con un total de 39 hogares (101 personas) y 468 trabajadores para un total de 580 habitantes, para el cálculo de la producción per-cápita, se asistió a cada fuente de generación de desechos (vivienda, oficina y vía pública), durante los meses de junio y julio del año 2015, el resultado de la producción per cápita fue de 0.51 kilogramos / habitante/ día.

Posterior a la caracterización, se realizó la clasificación de residuos y desechos sólidos para estimar la densidad, obteniendo  $125.215 \text{ kg/m}^3$  del material orgánico equivalente a 26.79%, recuperable  $145.88 \text{ kg/m}^3$  que representan el 59.68% y no recuperable  $81.02 \text{ kg/m}^3$  proporcional al 13.53%.

Con base en los resultados de la caracterización mencionados anteriormente, se desarrollaron las fases de la planta de tratamiento para el manejo integral de residuos y desechos sólidos, realizando cálculos de proyecciones (poblaciones, desechos: orgánicos, recuperables y no recuperables) determinando así las dimensiones apropiadas para el proyecto, estableciendo que la disposición final del material orgánico sea en cámaras de compostaje, el producto recuperable en la bodega para su venta, y los residuos no recuperables enviados directamente al relleno sanitario, para esto se requiere de un área total de  $6,500 \text{ mts}^2$ , un costo de inversión y de operación de Q.2,892,081.00

También se diseñó un manual de operaciones y descripción de puestos que indican las acciones y actividades que se deben desarrollar dentro de la planta de tratamiento, así como una segunda propuesta para el manejo de los desechos que surge como una alternativa si no se realiza la construcción de la planta de tratamiento.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Finca Agrícola Hamburgo se encuentra a 4.5 km del municipio de San Felipe Retalhuleu, dedicada a la producción de café y macadamia de manera sustentable, cuenta con una extensión de 369.60 hectáreas, las cuales están distribuidas en 43 secciones o lotes; cuenta con 39 viviendas habitables (157 personas) y con 423 trabajadores para un total de 580 habitantes, actualmente se encuentra certificada con la norma RAS (Red de Agricultura Sostenible) la cual promueve la sostenibilidad ambiental y social de las actividades agrícolas por medio del desarrollo de sus 10 principios.

Es importante mencionar que la presente investigación titulada “Diseño de una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos para la Finca Agrícola Hamburgo, San Felipe Retalhuleu”, se centra en el cumplimiento de la normativa Rainforest Alliance del criterio uno principio diez, que establece un plan de manejo integrado de desechos sólidos, que le permitirá a la finca llegar a una calificación del 83.33% beneficiando de esta manera la imagen de la empresa y contribuyendo en la mejora del principio 10.

Entre los objetivos planteados para la presente investigación están a). Diseñar una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, b). Determinar cualitativa y cuantitativamente los residuos y desechos sólidos generados, c). Determinar las fases de tratamiento d). establecer las dimensiones y ubicación, e) Calcular el costo de inversión y operación, y f). Diseñar un manual de operaciones y descripción de puestos.

La metodología utilizada para el cumplimiento de los objetivos fue la siguiente; para determinar las características cuantitativas y cualitativas se asistió a cada vivienda para el pesado de los residuos y desechos orgánicos, e inorgánicos: recuperables y no recuperables, obteniendo como resultado que la producción per-cápita es de 0.51 kilogramos/habitante/día, para el cálculo de la densidad se clasificaron los residuos y desechos sólidos en donde el 26.79% corresponden a los materiales orgánicos, el 59.68% inorgánicos recuperables y el 13.53% inorgánicos no recuperables.

Con base a estos resultados se generó una propuesta para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos de la finca; para el material orgánico se recomienda la producción de compost por medio de cámaras de compostaje y la venta del mismo, la venta de los residuos recuperables, generando ingresos que contribuirán a la sostenibilidad de la planta de tratamiento y por último el producto no recuperable, se plantea que sea enviado directamente a un relleno sanitario dentro de la planta, este deberá llenar los requerimientos técnicos necesarios, para evitar la contaminación de los mantos freáticos.

Así mismo se presenta el diseño de una planta de tratamiento, que contempla las fases de recolección y transporte, cámaras de compost, bodega/almacenaje y relleno sanitario, para un área total de 6,500 mts<sup>2</sup>.

Las unidades de tratamiento planteadas anteriormente, utilizan técnicas mecanizadas y accesibles (fácil manipulación), las cuales se registran en un manual de funciones, indicando las atribuciones de cada puesto para la fases de tratamiento.

El costo de inversión según la propuesta es de Q.2,878,800.00 y de operación de Q.13,281.00 para un total de Q.2,892,081.00, el cual incluye la fases de construcción, mobiliario y equipo y actividades de mantenimiento.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Diseñar una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos para la Finca Agrícola Hamburgo, San Felipe, Retalhuleu.

### **2.2. Específicos**

1. Determinar cualitativa y cuantitativamente los residuos y desechos sólidos generados en la finca.
2. Definir las fases de tratamiento, para los residuos y desechos sólidos generados en la finca.
3. Establecer las dimensiones y ubicación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.
4. Determinar el costo de inversión y operación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, para su funcionamiento.
5. Diseñar el manual de operaciones para la planta de tratamiento.

### III. MARCO REFERENCIAL

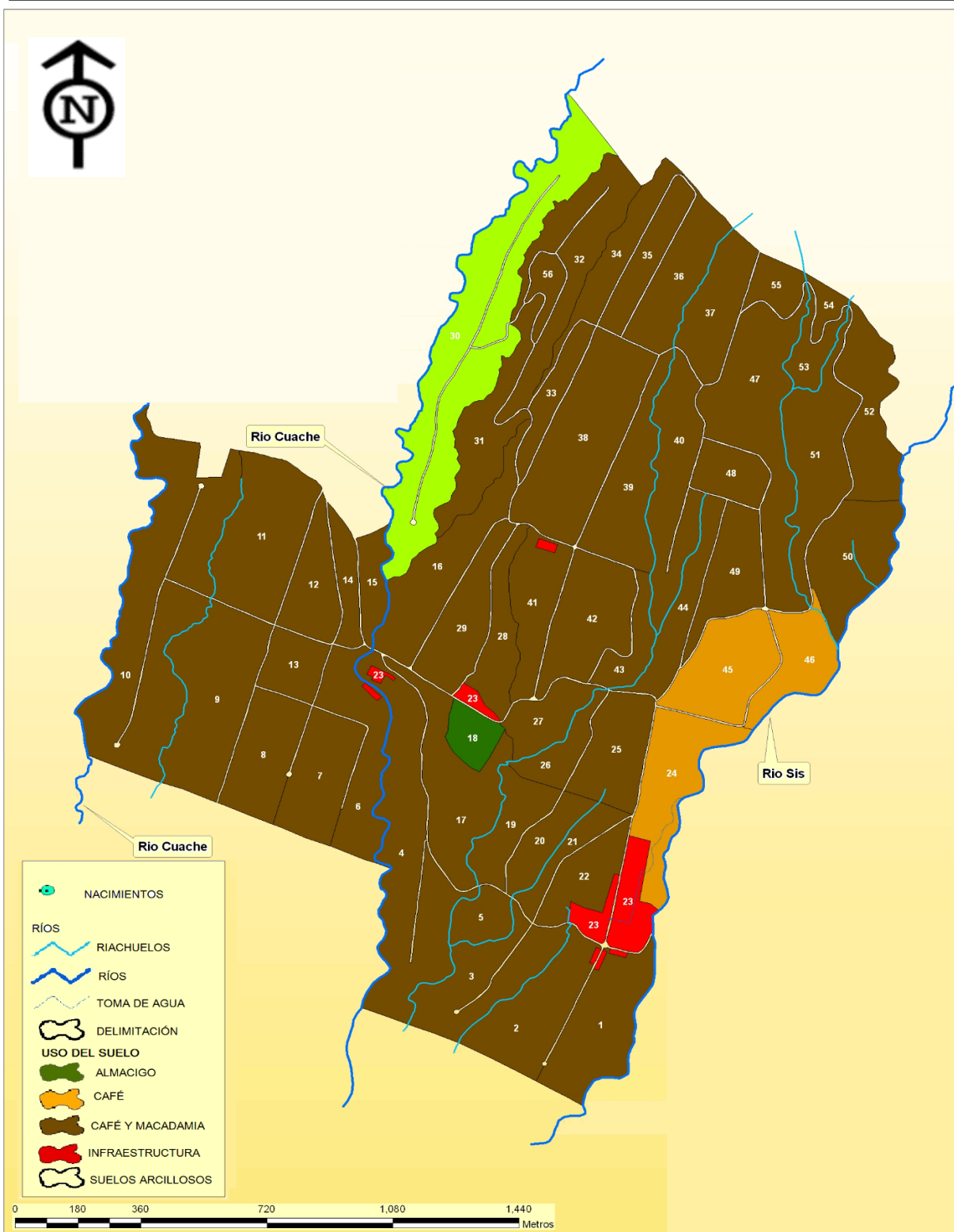
#### 3.1 Información General de la Finca Agrícola Hamburgo

Finca Agrícola Hamburgo se encuentra ubicada a 176 km, de la ciudad de Guatemala vía carretera centro americana CA-2, a 28 Km. de la cabecera de Retalhuleu; se dedica a la producción de café (*Coffea arábica*) y macadamia (*Macadamia integrifolia*) y actualmente se encuentra certificada con la norma RAS (Rainforest Alliance) y está próximo a certificarse con la norma Starbucks Coffee. (Martínez G., 2012).

En los años 80's, la Finca Agrícola Hamburgo, inició con la producción del cultivo de café bajo la sombra de árboles frutales y no frutales (ingas como las especies más frecuentes). En el año 2004 se introdujo la siembra de macadamia, con el objetivo de eliminar las especies frutales y obtener un beneficio en la venta de la nuez. En la actualidad la Finca Hamburgo, tiene una extensión de 369.60 hectáreas, las cuales están distribuidas en 43 secciones o lotes; con un total de 580 habitantes, de los cuales 468 son trabajadores externos y 101 internos. (Martínez G., 2012).

A continuación se presenta la figura No.1, titulada como “ Uso del suelo actual de la Finca Agrícola Hamburgo”, en la cual se observa la numeración de lotes y distribución de cultivos dentro de la finca, en anexos cuadro No.48 se detallan los nombres de cada uno de los lotes correspondiente a la numeración de la figura No.1

# USO DEL SUELO ACTUAL FINCA AGRÍCOLA HAMBURGO



**Figura No.1 Mapa de la Finca Agrícola Hamburg**  
Fuente: ANACAFE, 2012.

### **3.2 Objetivos de la institución**

Finca Agrícola Hamburgo es una empresa privada que se dedica principalmente a la producción de café y macadamia, que tiene como visión: ser el ente productor número uno en producción de café-macadamia y exportar a nivel nacional e internacional café. (Martínez G., 2012)

### **3.3 Beneficios a los trabajadores.**

- a. Vivienda con servicios básicos (agua potable, energía eléctrica, ducha, fosa séptica, estufa ahorradora de leña con chimeneas) (Martínez G., 2012).
- b. Programa de becas para estudiantes del ciclo básico, diversificado y universidad, (Martínez G., 2012)
- c. Colegio de primaria de 1ero. a 6to. Grado con todos los cursos y especialización en computación. (Martínez G., 2012)
- d. Diversidad de microclimas, árboles forestales, animales silvestres, paisajes y cultivos. (Martínez G., 2012)

### **3.4 Organigrama de la institución**

A continuación se presenta el organigrama de la Finca Agrícola Hamburgo, describiendo las generalidades de los puestos de mayor importancia de la empresa.

- **Gerente general:** Responsable legal de la empresa, encargado de avalar proyectos y realizar estrategias para el crecimiento de la empresa.

- **Administrador:** Supervisor general, quien se encarga de dirigir las actividades dentro de la empresa, el cual realiza evaluaciones periódicas para el cumplimiento de las metas.
- **Encargados:** Responsables del área a cargo, planifica, organiza y divide las actividades de trabajo, para el cumplimiento de las metas.

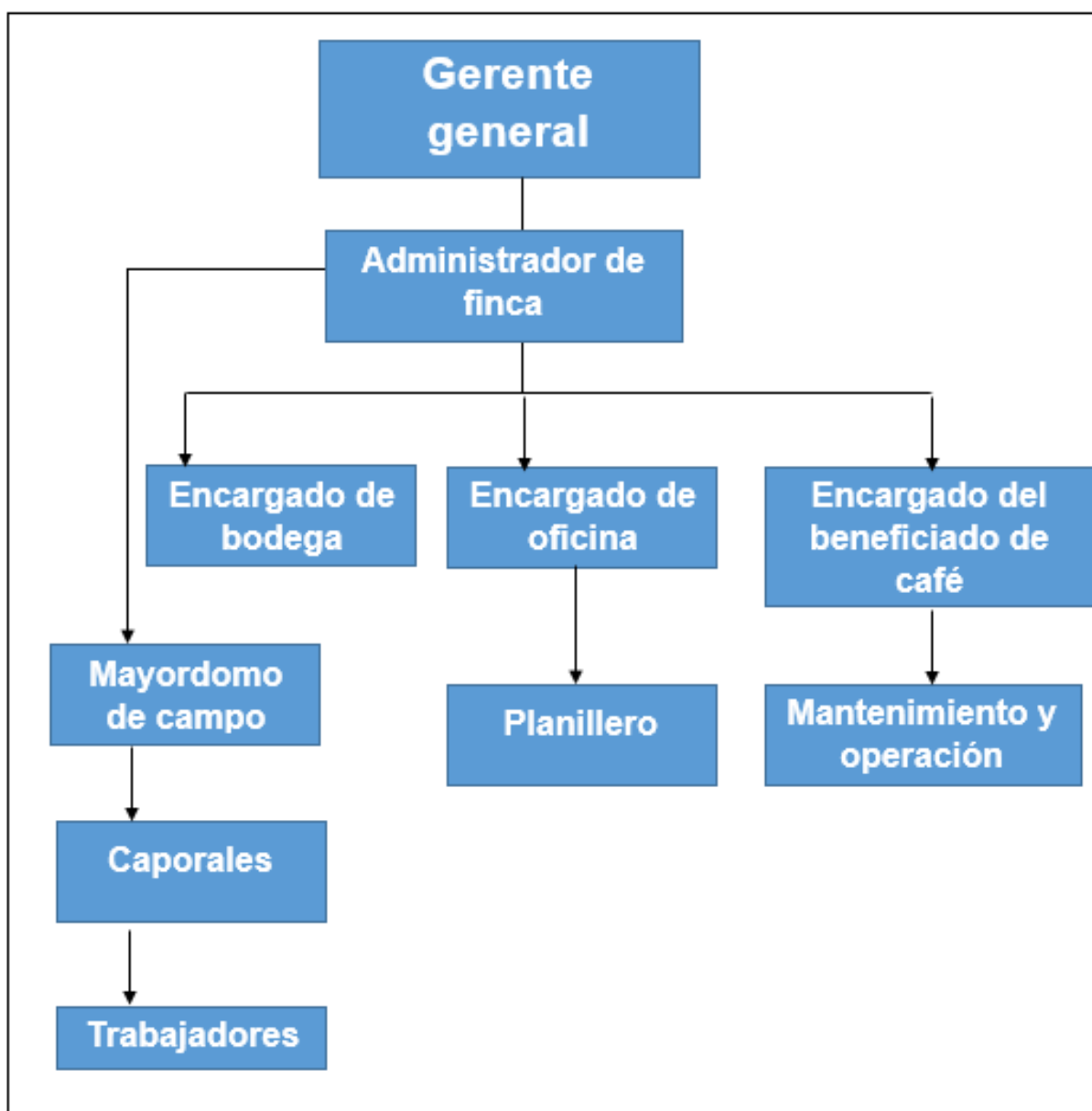


Figura No.2 Organigrama de Finca Agrícola Hamburgo

Fuente: El autor, 2015



### **3.5. Descripción ecológica del área de la Finca Agrícola Hamburgo.**

#### **3.5.1. Zonas de vida y clima**

Finca agrícola Hamburgo pertenece a la zona de vida Montano bajo tropical húmeda, su temperatura varía entre los 22°C y los 30°C, por los rangos de temperatura el clima es considerado templado, la humedad relativa en promedio es del 70%, según el centro de la estación meteorológica (INSIVUMEH) se estima que el fotoperiodo es de 12 horas luz. (Martínez, G., 2012)

#### **3.5.2. Suelos**

Según Ministerio de Ganadería Agricultura y Alimentación y Tarano (1975) la textura de los suelos de la finca son franco arcillosos en su mayoría, suelos pocos drenados, con capa arable de 25 cm, el porcentaje de materia orgánica oscila dentro de un 25%, con pH de 5.9 - 6.6 (ligeramente ácido) y la pendiente oscila dentro 5% a 40%.

Según estudios edafológicos del MAGA 1983, Finca Agrícola Hamburgo cuenta con una estructura laminada y poco drenada.

#### **3.5.3. Hidrología**

La precipitación pluvial anual promedio es de 4,000 a 4,500 mm que se distribuye en los meses de mayo a octubre y los meses secos, se presentan de noviembre a abril; cuenta con dos ríos dentro de su extensión territorial denominados río Cuache y río Sís.

Es importante mencionar que el agua utilizada en los procesos productivos es obtenida a través de la captación en nacimientos existentes en la finca, los cuales conservan un volumen de caudal según la época. Los nacimientos de agua en los lotes son los siguientes: Entre ríos, Desesperados, Cacahuate, Colombiano, Presa 1, Hamburgo Viejo, Lote 3 y tortugas. (Martínez, G. 2012).

### 3.5.4. Flora y fauna

Finca Agrícola Hamburgo cuenta con una gran biodiversidad tanto animal como vegetal, donde está prohibida la caza de los mismos, a continuación se mencionan las diferentes especies existentes.

#### a. Malezas

Cuadro No.1 Especies de malezas de la Finca Agrícola Hamburgo.

Nombre Común	Nombre Científico
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus.</i>
Bejuco	<i>Aristolochia Grandiflora</i>
Quinamul	<i>Hipomoea sp.</i>

Fuente: Martínez, G. 2012

#### b. Frutales

Cuadro No. 2 Especies frutales de la Finca Agrícola Hamburgo

Nombre común	Nombre Científico
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
Limón	<i>Citrus latifolia</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Mangostán	<i>Garcinia mangostana</i>

Fuente: Martínez, G. 2012

#### c. Árboles maderables

Cuadro No.3 Especies de árboles maderables de la Finca Agrícola Hamburgo

Nombre común	Nombre Científico
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>

Nombre común	Nombre Científico
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Palo blanco	<i>Rossedendrum donellsmithii</i>
Volador	<i>Terminalia oblonga</i>
Cipres	<i>Cupresus sempervires</i>
Torreliana	<i>Eucalyptus torreliana</i>
Magnolia	<i>Magnolia guatemalensis</i>
Copalchi	<i>Licaria campechiana</i>
Hormigo	<i>Cibixtax donell-smitti</i>

Fuente: Martínez, G. 2012

#### d. Animales silvestres

Cuadro No. 4 Especies de animales silvestres en la Finca Agrícola Hamburgo

Nombre común	Nombre Científico
Ardilla	<i>Sciurus vulgaris</i>
Paloma	<i>Colum balivia</i>
Tacuazín	<i>Didelphismar supialis</i>
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>
Coyote	<i>Canis latrans</i>
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>
Loro	<i>Poicephalus</i>

Fuente: Martínez, G. 2012

#### e. Animales domésticos

Cuadro No. 5 Especies de animales domésticos en la Finca Agrícola Hamburgo

Nombre común	Nombre Científico
Perro	<i>Canis familiaris</i>
Gato	<i>Felix domesticus</i>
Gallina	<i>Gallus gallus</i>

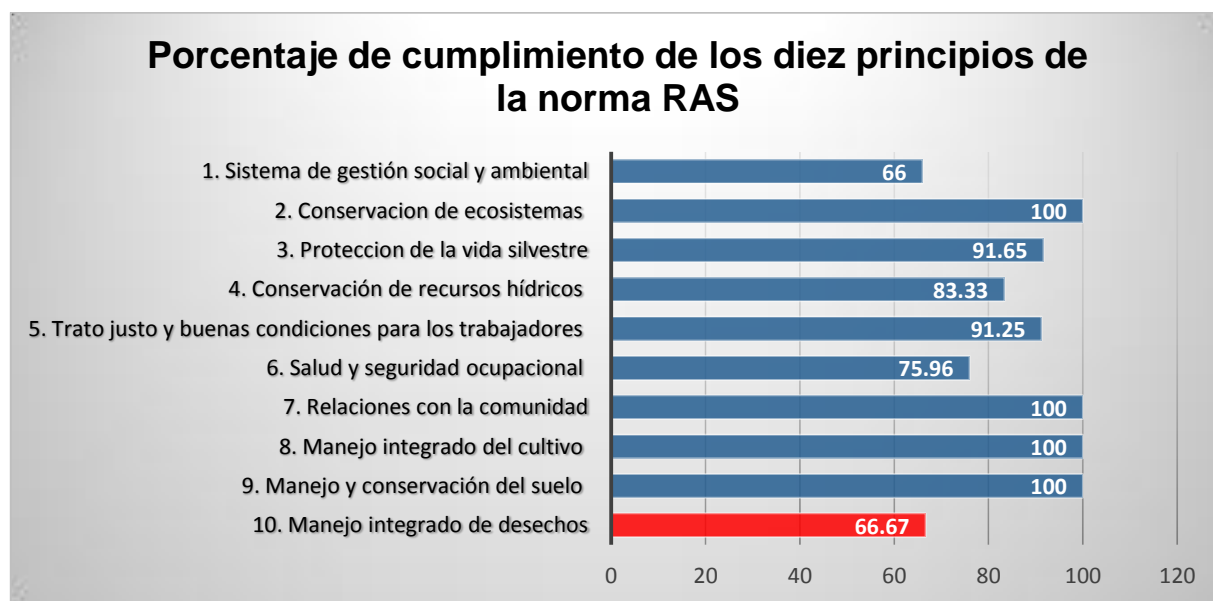
Fuente: Martínez, G. 2012.

### 3.6. Rainforest Alliance (RAS)

La Finca Agrícola Hamburgo, está certificada con la norma Rainforest Alliance (RAS), desde el año 2012, cada año se realizan auditorías internas para determinar el grado de cumplimiento de los diez principios de la normativa, las cuales son:

1. Sistema de gestión social y ambiental.
2. Conservación de ecosistemas.
3. Protección de la vida silvestre.
4. Conservación de recursos hídricos.
5. Trato justo y buenas condiciones para los trabajadores.
6. Salud y seguridad ocupacional.
7. Relaciones con la comunidad.
8. Manejo integrado del cultivo.
9. Manejo y conservación del suelo.
10. Manejo integrado de desechos.

Según el diagnóstico realizado en la Finca Agrícola Hamburgo, titulado como “Cumplimiento de la norma RAS” González C., los porcentajes de cumplimiento son los siguientes:



**Figura No.3 Porcentaje de cumplimiento de los diez principios de la norma RAS.**  
**Fuente: González, C. 2015**

Según la Red de Agricultura Sostenible (RAS) 2010, determina que para obtener la certificación deberán de cumplir con más del 50% en todos los principios de la normativa.

En la figura anterior se observa el resultado de la auditoria interna realizado en la Finca Agrícola Hamburgo en el año 2015, se cumple con el 50% de la normativa.

### **3.7. Manejo actual de desechos sólidos en la Finca Agrícola Hamburgo.**

**El manejo de los residuos y desechos sólidos en la Finca Agrícola Hamburgo, se realiza de la siguiente manera:**

- 1. Los envases de fertilizantes, plaguicidas y abonos son devueltos a los proveedores para su tratamiento, después de su uso.**
- 2. Los residuos generados en el cultivo de café y macadamia tales como cáscaras del fruto y hojarasca son utilizados en mejoramiento de los suelos, incrementando la vitalidad con base en los componentes nutritivos de los residuos de los cultivos.**
- 3. Según la administración, el promedio de producción es de 35,000.00 quintales uva de café, en los meses de septiembre a diciembre y la conversión a pulpa es de 0.33, generando 11,550 quintales, es decir 524,947.5 kg. designando el 100% para la producción de abono para los almácigos de café.**
- 4. Los desechos generados de las áreas domiciliarias, oficina y vía públicas, son recolectados por el tren de aseo, (servicio gratuito pagado por la finca) y trasladados cada 15 días al botadero municipal (no autorizado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala) de Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.**

#### **IV. MARCO CONCEPTUAL**

##### **4.1. Rainforest Alliance (RAS)**

La Red de Agricultura Sostenible (RAS) es una coalición de organizaciones independientes sin fines de lucro que promueve la sostenibilidad ambiental y social de las actividades agrícolas por medio del desarrollo de normas. (Red de Agricultura Sostenible, julio, 2010).

Un ente de certificación audita las fincas o administradores de grupos que cumplen con las normas y políticas de la RAS. La Red de Agricultura Sostenible promueve los sistemas agropecuarios productivos, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo humano sostenible. Impulsa mejores prácticas para la cadena de valor agropecuaria incentivando a los productores para el cumplimiento de los diez principios. (Red de Agricultura Sostenible, julio, 2010).

En el 2005, la Red de Agricultura Sostenible aprobó la versión de la norma que dio origen a la actual estructura con diez principios. Según la Red de Agricultura Sostenible, julio, (2010).

- **Principio diez, manejo integrado de desechos de la norma RAS.**

La Red de Agricultura Sostenible (2010), establece que las fincas deberán de contar con programas para manejar los desechos según su tipo y cantidad mediante actividades de reciclaje, reducción y reutilización de los productos. Los destinos finales de los residuos en las fincas se deben administrar y diseñar para minimizar posibles impactos en el medio ambiente y en la salud humana. Por lo anterior deberán de evaluar los servicios de transporte y tratamiento suministrados por sus contratistas o tratamientos exclusivos por parte de la empresa.

#### 4.1.1. Sistema de calificación de la norma RAS

- a. Cumplimiento General: Para obtener y mantener la certificación, las fincas deben cumplir como mínimo con el 50% de los criterios aplicables de cada principio y como mínimo con el 80% del total de los criterios aplicables de Norma para Agricultura Sostenible (Red de Agricultura Sostenible, julio, 2010).
- ✓ Criterios Críticos: según (Red de Agricultura Sostenible, julio, 2010), Norma para Agricultura Sostenible, contiene 15 criterios críticos.
- ✓ Un criterio crítico es un criterio que requiere cumplimiento total para que la finca se certifique o mantenga su certificación.
- ✓ Una finca que no cumpla con un criterio crítico no se certificará, o bien se cancelará su certificación aunque cumpla con los demás requisitos de la certificación.
- ✓ Si la finca no cumple con la implementación de cualquiera de las prácticas definidas en los criterios descritos en Norma para Agricultura Sostenible – Red de Agricultura Sostenible, versión de Abril de 2010, este hecho resultará en la asignación de una no conformidad, la cual se determina basándose en cada criterio de manera individual.
- ✓ Existen dos categorías de no conformidades: 1) No Conformidad Mayor, y 2) no conformidad menor. A continuación, se explica el nivel de cumplimiento definido para cada una de estas categorías:
  - 1. No Conformidad Mayor (NCM): indica un cumplimiento para un criterio menos de 50%.

2. No conformidad menor (ncm): indica un cumplimiento para un criterio mayor a 50%, pero menor a 100%.

#### **4.1.2. Aplicabilidad de los criterios**

Los auditores autorizados de la RAS evalúan la aplicabilidad de cada uno de los criterios de esta norma de acuerdo a:

1. El tamaño y complejidad de la operación (plantaciones o fincas de pequeños productores).
2. El uso o no de agroquímicos dentro de la finca.
3. La contratación de mano de obra o uso de mano de obra familiar no contratada.
4. La presencia o ausencia de ecosistemas acuáticos o terrestres dentro de la finca.
5. La presencia o ausencia de infraestructura dentro de la finca.

#### **4.2. Desechos y Residuos**

##### **4.2.1. Desechos**

**Los desechos sólidos son materiales sin origen biológico, que por su composición química son inservibles, sin opción a reutilizarse como lo es: duroport, empaques, bolsas, baterías, telas, etc. (MARN, 2005).**



#### 4.2.2. Residuos

Es aquel material que por la composición física y química en la que se encuentra constituido se le puede dar una segunda vida o reutilizar como lo es: plástico, cartón, vidrio, aluminio, metal etc. (Herráez I. y colaboradores, 1989).

#### 4.3. Clasificación desechos sólidos

Según (MARN, 2005), en el documento titulado como “Manual de indicadores de desechos sólidos y peligrosos” los desechos sólidos están compuestos por desechos orgánicos (producto de la comercialización, el transporte, la elaboración de los alimentos y excedentes de comida y restos de material vegetal), papel, cartón, madera y en general material, biodegradables e inorgánicos como vidrio, plástico, metales, y materiales inertes.

Los tipos de desechos sólidos más importantes, según Flores, C., 2009 son:

- a. **Desechos sólidos comerciales:** desechos generados en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.
- b. **Desechos sólidos domiciliarios:** desechos que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen son generados en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.
- c. **Desechos agrícolas:** aquellos generados por la crianza de animales y la producción, cosecha y segado de cultivos y árboles, que no se utilizan para fertilizar los suelos.
- d. **Desechos biomédicos:** aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales, en la investigación relacionada con la producción de estos o en los ensayos con productos biomédicos.

- e. **Desechos de construcción o demolición:** aquellos que resultan de la construcción, remodelación y reparación de edificios o de la demolición de pavimentos, casas, edificios comerciales y otras estructuras.
- f. **Desecho industrial:** desecho generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones, tratamiento y control de la contaminación.
- g. **Desechos sólidos especiales:** desecho sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye a los residuos con plazos de consumo expirado, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.
- h. **Residuo sólido municipal:** residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad del gobierno. Sinónimo de basura y de desecho sólido.
- i. **Residuos biodegradables:** todos los desechos que puedan descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de alimentos y de jardín.

#### 4.4. Gestión integral de los desechos sólidos

Según Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2007) la **Gestión Integral** es un sistema de manejo de los desechos sólidos urbanos que, basado en el desarrollo sostenible, tiene como objetivo primordial la reducción de los residuos enviados a disposición final. Ello deriva en la preservación de la salud humana y la mejora de la calidad de vida de la población, así como el cuidado del ambiente y la conservación de los recursos naturales.

La gestión de desechos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de desechos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, etc. (ONUDI, 2007).

La Gestión Integral de desechos sólidos puede ser definida como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas para la gestión integral, estos se describen a continuación:

- a. **Reducción en el origen:** Implica la disminución del consumo de materiales no degradables y la creación de nuevos diseños de productos que sean biodegradables en el medio ambiente. (Atlantic International University, 2005).
- b. **Reciclaje:**  
Es el proceso mediante el cual se recolectan los residuos que han sido desechados como “basura”, para ser recuperados, aprovechados o utilizados como materia prima en la elaboración de nuevos bienes o elementos para el bienestar o servicio del hombre. (Atlantic International University, 2005).
- c. **Transformación de vertidos:** Implica la alteración física, química o biológica de los residuos. Típicamente, las transformaciones pueden ser utilizadas para mejorar la eficacia de las operaciones y sistemas de gestión para recuperar materiales (Atlantic International University, 2005).

- d. **Vertido:** Son los residuos que no pueden ser reciclados, no tienen ningún uso adicional y son el resultado del material restante después de la recuperación de productos de conversión o energía. (Atlantic International University, 2005).

#### 4.4.1. Clasificación de los desechos según su área de producción

- a. **Municipales:** Los desechos sólidos municipales son conocidos comúnmente como basura, están compuestos por materiales orgánicos, papel, cartón, madera y en general materiales biodegradables e inorgánicos como vidrio, plástico, metales, e inerte. Proviene de las actividades que se desarrollan en el ámbito doméstico, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como de residuos industriales que no se derivan de sus procesos (MARN 2005).
- b. **Urbanos:** Según Alcaide, A. (2011), son aquellos residuos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.
- c. **Domiciliarios:** Son originados por la actividad doméstica, como residuos de cocina, restos de alimentos, embalajes y otros. Se incluyen dentro de este grupo los procedentes de residencias colectivas como albergues, hoteles, etc. (Fernández, A; Sánchez, M., 2007).
- d. **Comerciales:** Son generados por las actividades comerciales y del sector de servicios dentro del área urbana. En este grupo, por sus características especiales, no se incluyen los residuos de los hospitales (Fernández, A; Sánchez, M., 2007).

- e. **Hospitalarios:** Son aquellos desechos producidos en centros de salud, generalmente contienen vectores patógenos de difícil control. El manejo de estos residuos debe ser muy controlado y va desde la clasificación de los mismos, hasta la disposición final de las cenizas pasando por el adecuado manejo de los incineradores (Fernández, A; Sánchez, M., 2007).

#### 4.4.2. Clasificación de los desechos hospitalarios

- a. **Infecioso:** Materiales provenientes de salas de aislamiento, residuos biológicos, excreciones y exudados de pacientes con enfermedades altamente transmisibles. (Benavides, Q., 1993).
- b. **Materiales biológicos:** Materiales como bolsas de sangre inutilizadas, con plazo de utilización vencida o serología positiva, muestras de sangre para análisis, suero, catéteres intravenosos, etc. (Benavides, Q., 1993).
- c. **Patológico:** Residuos anatómicos, patológicos y quirúrgicos desechos patológicos humanos, incluyendo tejidos, órganos, partes y fluidos corporales, que se remueven durante las autopsias, (Benavides Q., 1993).
- d. **Punzocortantes** Elementos punzocortantes que estuvieron en contacto con fluidos corporales, agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de Pasteur, agujas, bisturíes, mangueras, placas de cultivos, cristalería entera o rota, etc. (Benavides, Q., 1993).

#### 4.4.3. Clasificación de los desechos sólidos

Usualmente los valores de composición de desechos sólidos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en base húmeda y contenidos ítems como materia orgánica, papeles y cartones,

escombros, plásticos, textiles, metales, vidrios, huesos, etc. (Fernández, A. y Sánchez, M., 2007).

Un estudio presentado en 2010 dentro del contexto de la presentación de política para el manejo de los desechos sólidos, la revista de ingeniería de la universidad de los Andés de Bogotá-Colombia, presenta los siguientes valores de composición.

Cuadro No. 6 Composición de los desechos sólidos

Tipo de residuo		Promedio	Porcentajes		
			Estratos socioeconómicos		
			Bajo	Medio	Alto
<b>Reciclables orgánicos</b>	Residuos alimenticios	36.51	34.21	36.02	39.29
	Papel y cartón	22.09	22.79	21.23	22.25
	Textiles	6.2	9.51	5.98	3.12
	Otros orgánicos	3.76	2.98	4.96	3.34
<b>Reciclables inorgánicos</b>	Plástico	12.34	12.31	12.21	12.51
	Vidrio	4.47	3.5	4.32	5.58
	Metales	2.11	1.92	1.94	2.48
	Envases Tetra pak	0.55	0.4	0.44	0.81
	Aluminio	0.46	0.28	0.47	0.63
	Otros inorgánicos	2.3	2.15	2.23	2.51
<b>No reciclables</b>	Residuos sanitarios	5.81	5.63	7.32	4.49
	Residuos finos	1.55	1.42	1.48	1.75
	Residuos electrónicos	0.42	0.49	0.53	0.25
	Varios	1.42	2.4	0.87	0.99

Fuente: Revista de Ingeniería y Sostenibilidad, Bogotá-Colombia, 2010.

#### 4.4.3.1. Tratamiento de desechos orgánicos

Según Mackenzie, L. y Susan J. (2005), desecho de procedencia animal y vegetal que resulta del manejo, preparación, cocinado, servido de alimentos y material putrescible, esta clase de residuos se descompone con rapidez en climas templados y puede producir pronto olores desagradables. Tiene cierto valor comercial como alimentos para animales o como base para abonos orgánicos.

#### 4.4.4. Compostaje

El compostaje es una tecnología de bajo costo que permite transformar residuos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como abonos. ( Zucconi, F., y Bertoldi, M., 1987).

Se puede utilizar tanto para el cultivo de hortalizas, flores, césped, árboles y arbustos, fortalecimiento de nutriente de los suelos, abono para cualquier tipo de cultivo (Ingeniería y sostenibilidad 2012, titulado como “Uso y aplicación del compost”)

El compostaje que puede aplicarse a los desechos orgánicos depende de la presencia o ausencia del oxígeno de la siguiente manera:

- a. **Anaerobio:** Es un proceso biológico acelerado artificialmente, que tiene lugar en condiciones muy pobres de oxígeno o en su ausencia total, sobre substratos orgánicos. Como resultado se obtiene una mezcla de gases formada por un 99% de metano y dióxido de carbono y un 1% de amoníaco y ácido sulfhídrico. El gas combustible, metano, permite obtener energía. (Gestión integral y tratamiento de los residuos sólidos 2003) en el documento titulado como “tratamiento de los residuos”
- b. **Aerobio:** Es la transformación biológica de la materia orgánica en presencia de oxígeno con productos húmicos conocidos como compost y que se emplean como fertilizante. Se realiza en presencia de oxígeno y en condiciones de humedad, pH y temperatura controlada (Gestión integral y tratamiento de los residuos sólidos, 2003)

#### **4.4.4.1. Desechos inorgánicos**

Son desechos que están compuestos de minerales químicos y que por sus características sufren una descomposición lenta, de un período de 500 a 1000 años para su degradación, como lo son: plástico, duroport, tela, vidrio etc., (Mackenzie, L. y Susan J., 2005).

Los desechos inorgánicos se clasifican en:

- 1. Recuperables:** Son los residuos que pueden reciclarse y comercializarse, como por ejemplo: vidrios, plásticos, latas, alambres, entre otros (Roldan, P., 2009).
- 2. No Recuperables:** no recuperables o comunes, son los residuos que no son degradados naturalmente, provienen de minerales y productos sintéticos, como por ejemplo: pañales desechables, empaques de galletas, bolsas plásticas, entre otros (Roldan, P., 2009).

#### **4.5. Planta de tratamiento de desechos sólidos**

Según la Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX, 2011), Una planta de tratamiento de desechos sólidos es un sistema completo que permite realizar una eficiente clasificación, tanto orgánicos como inorgánicos, recuperando los materiales reciclables para su comercialización y transformando los residuos orgánicos en compostaje.

Los beneficios de una planta de tratamiento se basan en el aumento de los porcentajes de recuperación directa, diversificación de las tipologías de subproductos recuperados, generación de flujos destinados a valorización energética, disminución de costes operativos y un ambiente agradable. (COPARMEX, 2011).



#### **4.5.1. Fases de una planta de tratamiento de desechos sólidos.**

A continuación se describen las fases de una planta de tratamiento de desecho sólidos.

##### **a. Recolección y transporte:**

Envío de los desechos sólidos recolectados por medio de un vehículo hasta un lugar elegido y preparado para su disposición final. (Batres, Q., Jayes, R. y Cid Pérez, G., 2003).

##### **b. Clasificación de los desechos sólidos.**

Proceso de separación de los materiales que llegan al centro de acopio o estación de transferencia deben ser inicialmente clasificados de los demás residuos según su composición física (orgánico e inorgánico: recuperable y no recuperable) cada uno de los cuales es enviado al proceso de aprovechamiento respectivo. (Batres, Q., Jayes, R. y Cid Pérez, G., 2003).

##### **c. Almacenaje**

Luego de la separación entre materiales orgánicos e inorgánicos: recuperables y no recuperables como metales, plásticos, vidrio, cartón, son acondicionados y almacenados para su venta. La materia orgánica ya separada pasa a las cámaras de compostaje para su tratamiento. (Batres, Q., Jayes, R. y Cid Pérez, G., 2003).

##### **d. Cámaras de compostaje**

Proceso llamado COCAVENT (compostaje por cámaras ventiladas) basado en una solución infraestructural, que requiere mecanización, se aprovecha el aire del exterior de las rejillas y extractores rotatorios en el techo, en dicho proceso el compostaje se realiza en dos etapas de 3 meses cada una, para la degradación del material orgánico con un volteo intermedio de una cámara a otra después de un mes y medio a dos meses de procesamiento, estas

cámaras se vacían con el material ya compostado al patio de maduración/almacenaje. (Batres, Q., Jayes, R. y Cid Perez, G., 2003).

En las cámaras de compostaje de la planta de tratamiento se espera que los microorganismos pasen por las siguientes fases según Swift, J. y J. M. Anderson. 1979.

1. **Lactancia:** microorganismos colonizan el sustrato o material orgánico.
2. **Crecimiento:** el crecimiento bacteriano como incremento de temperatura será más o menos rápida en la medida que las condiciones de humedad y presencia de oxígeno sean favorables.
3. **Termófila:** Temperatura más alta, su período durará por la dependencia del alimento y aislamiento térmico, durante esta etapa la materia orgánica se destruye en forma de anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) dejando únicamente los componentes minerales.
4. **Maduración:** fase de crecimiento de las poblaciones de microorganismos, descomposición lenta favoreciendo algunos compuestos orgánicos en coloides húmicos.

#### e. Relleno sanitario

Es una técnica de disposición muy utilizada, consiste en la disposición de capas de desechos compactados sobre el suelo previamente impermeabilizado así evitar la contaminación del acuífero y recubiertas por capas de suelo. Una ventaja del relleno sanitario sobre otros métodos de tratamiento es la posibilidad de recuperación de áreas ambientalmente degradadas por la minería o explotación de canteras, así como de terrenos considerados improductivos o marginales (Banco Interamericano de Desarrollo, 1997).

De acuerdo con las características del terreno, el relleno sanitario puede construirse siguiendo los métodos de área, zanja o una combinación de ambos métodos. (Ministerio de Salud, C.R., 1997, documento titulado "Disposición correcta de los desechos sólidos dentro del relleno sanitario"). Estos se describen a continuación:

1. El Método de Zanja o Trinchera: Se hace una zanja de 2 o 3 metros de profundidad, los desechos se deposita dentro, luego se compacta y se va cubriendo con la misma tierra que se sacó de la zanja.
2. El método de área se puede utilizar tanto en terrenos planos como para rellenar depresiones y en tajos o canteras abandonados. La tierra utilizada para cubrir la basura debe ser traída de otros sitios como laderas o montañas. la basura se deposita directamente en el suelo, en el caso del terreno plano; o de partes más profundas hacia las más altas, en el caso de las depresiones. la basura se esparce, compactada y recubre diariamente con una capa de 10 a 20 cm , de tierra.

#### **f. Laguna de lixiviados**

El lixiviado es el líquido producido cuando el agua percola a través de cualquier material permeable. Puede contener tanto materia en suspensión como disuelta, generalmente se da en ambos casos. Este líquido se encuentra comúnmente asociado a rellenos sanitarios, en donde, como resultado de la filtración a través de los desechos sólidos y la reacción con los productos en descomposición y otros compuestos. (Blanco J., 2005), existen diferentes métodos para el tratamiento de lixiviados, entre los más importantes se mencionan a continuación.

1. **Proceso anaeróbico:** Se utilizan cuando se requiere obtener una baja concentración de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) en los efluentes. Vale la pena aclarar que como usualmente las concentraciones de DBO en los lixiviados son muy altas es relativamente fácil tener remociones porcentuales superiores al 90% en este parámetro (Contreras A.; Suárez J., 2006).
2. **Proceso aeróbico:** Es la transformación biológica de la materia orgánica en productos conocidos como compost, que se emplean como acondicionador de suelos o fertilizantes, se realiza en presencia de oxígeno y en condiciones de humedad, pH y temperatura controladas. Se utilizan cuando se requiere obtener una baja concentración de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) en los efluentes (Giraldo E., 1997).
3. **Sistemas naturales:** La combinación de las lagunas y los humedales pueden manejar adecuadamente muchos de los problemas que en otras tecnologías aparecen como la acumulación de precipitados, la formación de espumas, la toxicidad a los microorganismos, y las variaciones en cargas hidráulicas y orgánicas. Esto se logra al tener tiempos de retención hidráulica muy altos y volúmenes de procesos igualmente grandes, que permiten acomodar variaciones en caudal, acumulaciones de precipitados, junto con una baja producción de gases y por lo tanto de espumas (Contreras A.; Suárez J., 2006).
4. **Evaporación:** Se utiliza la energía que tiene el biogás del relleno sanitario para evaporar el lixiviado. Existen varios tipos de tecnologías ya desarrolladas para lograr el objetivo (Contreras A.; Suárez J., 2006), a continuación se describen: post-quemado de la mezcla gas-vapor, logra la destrucción de emisiones de COVs (compuestos orgánicos volátiles) que se arrastran durante el proceso de evaporación, de tal manera que la cantidad requerida de biogás aumenta con respecto a los cálculos termodinámicos normales. (Contreras A.; Suárez J., 2006).

Otras tecnologías pueden utilizar el calor residual que generan motores de combustión o turbinas, que utilizan el biogás para generar potencia mecánica, que a su vez se puede usar para la generación eléctrica. (Contreras A.; Suárez J., 2006).

#### **4.6. Aspectos a considerar en la ubicación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

A continuación, se describen los aspectos para determinar el lugar adecuado para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

Cuadro No.7 Criterios para determinar el lugar adecuado de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>	<b>CRITERIO</b>
<b>Características del suelo</b>	Los suelos sedimentarios con características areno-arcillosas son las recomendables, ya que son suelos pocos permeables, por lo cual la infiltración del cualquier líquido contaminante se reduce sustancialmente.
<b>Vientos</b>	Los vientos deben ser dominantes, y que soplen en sentido contrario, así evitar los posibles malos olores.
<b>Vías de acceso</b>	Las condiciones de las vías de acceso para la planta de tratamiento, deberán de ubicarse a una corta distancia 200m. evitando costos, retardos de viajes y daños al vehículo.

ASPECTOS A EVALUAR	CRITERIO
<b>Hidrogeología</b>	La profundidad adecuada es de 10 mts. para evitar alguna contaminación de los acuíferos.
<b>Topografía</b>	La pendiente media no debe ser mayor del 30%, evitando la erosión y pedregosidad.
<b>Ubicación del sitio</b>	<p>Se recomienda que el sitio para la ubicación de la planta de tratamiento este a una distancia según el área de su instalación, por lo que se describe a continuación la respectiva ubicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A una distancia mayor de 3 Km del área urbana.</li> <li>• A una distancia mayor de 200 m de las vías de comunicación terrestre.</li> <li>• Fuera de las áreas naturales protegidas, del área de influencia de aeropuertos, de los derechos y vías de oleoductos o gasoductos, de las líneas de conducción de energía eléctrica.</li> </ul>

Fuente: Umaña G., 2010.

#### 4.7. Indicadores de desechos sólidos

Según el MARN (2005) en el documento titulado “Manual de indicadores ambientales municipales” la cantidad de desechos sólidos generada en el municipio es un indicio de la eficiencia de los recursos, así como de la presión que se ejerce sobre el medio ambiente al utilizarlo como un sumidero para los desechos y la contaminación. Por consiguiente, la reducción del volumen de desechos generados en los distintos procesos de producción y de consumo local, el aumento del porcentaje de los materiales de desechos reciclados,

reutilizados y recuperados, y la ordenación ecológicamente racional de los desechos que hay que eliminar en el medio ambiente, son cuestiones que revisten gran importancia para la ordenación sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente en los demás municipios.

A continuación se presenta la primera generación de indicadores para determinar el estado de gestión de los desechos sólidos a nivel local en la república de Guatemala (MARN., 2005).

#### **4.7.1. Generación de Desechos Sólidos per Cápita**

La generación per cápita de desechos sólidos no es más que el promedio de la cantidad de desechos que produce una persona, expresado en kilogramo/habitante/día, los datos obtenidos a partir del cálculo de este indicador sirve para determinar la maquinaria, el equipo y el personal necesario para satisfacer la demanda de la recolección, barrido, transferencia y tratamiento.(MARN 2005).

$$PPC \text{ (kgs/hab/día)} = (1/7) * \frac{(A/B1) * P1 + (A2/B2) * P2 + (A3/B3) * P3 + (A4/B4) * P4}{P1 + P2 + P3 + P4}$$

Donde:

**PPC** = Producción per-cápita de los desechos sólidos.

**P1, P2, P3 y P4** = Número de habitantes en cada estrato socioeconómico (ingreso alto, medio, bajo, zonas marginales), respectivamente.

**A1, A2, A3 Y A4** = Peso de la muestra de una semana completa tomada de cada una de las zonas arriba mencionadas (gr / semana)

**B1, B2, B3 y B4** = Número de habitantes correspondientes a la muestra tomada de cada zona arriba mencionada.

#### **4.7.2. Peso volumétrico y composición de los desechos**

Es el contenido en una unidad de volumen, este factor determina la capacidad del recipiente para almacenamiento provisional de estos desechos (Instituto Nacional de Ecología, 2007).

La composición de los desechos se refiere a la determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los desechos sólidos. Estos datos tipifican el servicio por prestar: conjuntos, métodos, turnos y horarios (MARN 2005).

**Ecuación para calcular el peso volumétrico de los desechos:**

$$P_v = P_d/V$$

**PV:** peso volumétrico de los desechos, expresados en kg/m<sup>3</sup>.

**Pd:** peso de los desechos, expresados en kg.

**V:** unidad de volumen, expresada en m<sup>3</sup>.

#### **4.8. Composición de los desechos sólidos**

La composición de los desechos sólidos se determina por las características físicas y químicas que constituyen el material, entre las que se mencionan; peso, humedad y poder calorífico. (Fernández A. y Sánchez M., 2007).

##### **4.8.1. Propiedades físicas de los desechos sólidos**

Se determinan por las características físicas que presentan los desechos sólidos, a continuación se describen los componentes según Fernández A. y Sánchez M., (2007).



- **Peso:** Se determina por medio de la humedad contenida en los desechos sólidos.
- **Peso específico:** Relación que existe entre el peso y volumen que ocupa el material, determinado en unidades  $\text{kg/m}^3$ .
- **Porcentaje de humedad:** Se determina por la diferencia entre el peso seco y peso húmedo total de los desechos sólidos.

#### 4.8.2. Propiedades químicas de los desechos sólidos

La composición química de los componentes que conforman los desechos es importante para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación. Por ejemplo, la viabilidad de la incineración depende de la composición química de los materiales sólidos. Normalmente, se puede pensar que los desechos son una combinación semi-húmedos combustibles y no combustibles. según Fernández A. y Sánchez M., (2007).

Cuadro No.8 Propiedades químicas de los desechos sólidos.

Componentes	Carbono%	Hidrógeno%	Oxígeno%	Nitrógeno%	Azufre%
Orgánico	55	8,9	45,89	4,9	3,5
Cartón	60	7,6	35,87	2,1	1,0
Vidrio	35	4,3	20,10	0,9	0,8
PET	80	9,8	35,90	1,6	1,3
Papel	50,67	8,9	50,67	1,90	1,8

Fuente: Atlantic International University, 2005

#### 4.9. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Química de Oxígeno (DQO)

- **DBO:** se define como D.B.O. a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaerobias facultativas: *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Bacillus*), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en una muestra de agua. Se expresa en mg/l. (Ferrero,J.M.,1974).

Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes. Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla), como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se realiza en forma estándar durante cinco días a 20 °C; esto se indica como D.B.O<sub>5</sub>. (Ferrero,J.M.,1974).

Según las reglamentaciones, se fijan valores de D.B.O. máximo que pueden tener las aguas residuales, para poder verterlas a los ríos y otros cursos de agua. De acuerdo a estos valores se establece, si es posible verterlas directamente o si deben sufrir un tratamiento previo. (Ferrero,J.M.,1974).

- **DQO:** determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo (Sawyer, C.; Mccarty, P., 1996).

Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante reflujo en solución fuertemente ácida ( $H_2SO_4$ ) con un exceso conocido de dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) en presencia de sulfato de plata ( $AgSO_4$ ) que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercúrico

( $\text{HgSO}_4$ ) adicionado para remover la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el remanente de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  sin reducir se titula con sulfato ferroso de amonio; se usa como indicador de punto final el complejo ferroso de ortofenantrolina (ferroina). La materia orgánica oxidable se calcula en términos de oxígeno equivalente. (Sawyer, C.; Mccarty, P., 1996).

Para muestras de un origen específico, la DQO se puede relacionar empíricamente con la DBO, el carbono orgánico o la materia orgánica; la prueba se usa para controlar y monitorear después que se ha establecido la correlación. (Sawyer, C.; Mccarty, P., 1996).

El método es aplicable a muestras de aguas residuales domésticas e industriales que tengan DBO superiores a 50 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ . (Sawyer, C.; Mccarty, P., 1996).

Para concentraciones más bajas, tales como muestras de aguas superficiales, se puede usar el método modificado para bajo nivel en un intervalo entre 5 y 50 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ . Cuando la concentración de cloruro en la muestra es mayor de 2 000 mg/L, se requiere el método modificado para las aguas salinas. (Sawyer, C.; Mccarty, P., 1996).

#### **4.10. Carga de retención hidráulica**

En el documento “Riego Tecnificado”, de la Universidad de Talca, Chile 1998, menciona que la carga hidráulica es el volumen de agua aplicado por unidad de superficie en un determinado período de tiempo.

Para el caso del proyecto, el agua a aplicar o disponer en los suelos no debe sobrepasar la carga hidráulica estimada. A continuación se presenta el cálculo respecto a la distribución de los residuos líquidos. (Universidad Talca, Chile 1998).

$$Lw (p) = ET - P + Wp (*)$$

Donde:

**Lw (p)** = Carga hidráulica basada en la permeabilidad del terreno (mm/día).

**ET** = Evapotranspiración del cultivo

**P** = Precipitación de la zona (mm/día).

**Wp** = Velocidad de percolación del suelo (mm/día).

La velocidad de percolación equivale a la permeabilidad del suelo, la cual ha sido determinada en terreno por especialistas de la Universidad de Talca, 1998. corresponde a 15 mm/hr.

#### **4.11. Procedimientos básicos para la elaboración de un manual de operaciones.**

Un manual de operaciones es un documento de gran importancia, que contiene información precisa y secuencial, de las tareas y actividades operativas que son asignadas a cada una de las unidades administrativas, de la misma forma, determina la responsabilidad e identifica los mecanismos básicos para la instrumentación y el adecuado desarrollo, con el propósito de generalizar y unificar los criterios básicos para el análisis de los procedimientos que realicen las distintas unidades administrativas de la empresa, señalando lo que se pretende obtener con la ejecución de los mismos. (Guía técnica para la elaboración de manuales de operación, México, 2004)

Según, Santano, M., 2013, los manuales son documentos que indican los pasos a seguir en una empresa, servicio o producto, de las actividades a realizar, un manual de operaciones no es conjunto de hojas sueltas, sino un documento que sirve como instrumento de formación y referencia para todos los miembros de la cadena.

La importancia de la elaboración de un manual radica como guía de referencia, describiendo las actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad administrativa, en donde incluyen atribuciones de cada usuario, responsabilidad del cargo y objetivos alcanzables, para que un manual cumpla con su función debe ser comprensible y debe cubrir con todos los aspectos de la empresa, los contenidos deben presentarse de manera informativa, instructiva y detallada. (Santano, M., 2013).

Según Santano, M., 2013, existen diferentes procedimientos para la elaboración de un manual, por lo que los elementos básicos que deberá tener un manual de operaciones son las siguientes:

1. Todo manual debe contener una introducción no mayor de una página.
2. Debe contener objetivos claros para los procedimientos de las actividades.
3. Descripción de las actividades con base a los objetivos.
4. En las actividades deberán definirse los responsables y las atribuciones para cada uno.
5. Si se requiere, deberá realizar un formato, cuadro o afiche, en donde se verifique las acciones de las actividades (a consideración del autor).
6. Con toda la información descrita anteriormente, debe incluirse un diagrama o un flujo de la secuencia del procedimiento o actividad.

Las ventajas que representa un manual de operaciones, según la Secretaria de Relaciones Exteriores, en el documento titulado como “Guía técnica para la elaboración de manuales de operación, México, (2004).

1. Establece de manera formal los métodos y técnicas de trabajo que deben seguirse para la realización de las actividades de las unidades administrativas o entidad.

2. Define responsabilidades operativas para la ejecución, control y evaluación de las actividades que se desempeñen.
3. Representa más fácilmente, mediante el diagrama de flujo, las operaciones a realizar por cada área de la unidad administrativa o entidad de que se trate.

Las funciones principales del manual de operaciones, se describen a continuación.

1. Guía de referencia que tienen los integrantes de la cadena.
2. Homogeneidad en la información disponible.
3. Acelerar el tiempo de formación del franquiciado.
4. Facilitar los cambios de procedimientos.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Materiales

A continuación se presentan los materiales e insumos utilizados, en la investigación inferencial.

Cuadro No.9 Materiales utilizados para la realización del proyecto.

Cantidad	Descripción	Costo en Q./Unidad	Costo total en Q.
6	Guantes plásticos	18.99	56.97
2	Mascarillas	5.00	10.00
1	Gabacha plástica	5.00	5.00
1	Lentes plásticos.	15.00	15.00
50	Bolsas plásticas color negro (40 cm., de largo por 40 cm., de ancho)	1.00	50.00
50	Bolsas plásticas color rojo (40 cm., de largo por 40 cm., de ancho)	1.00	50.00
50	Bolsas plásticas color blanco (40 cm., de largo por 40 cm., de ancho)	1.00	50.00

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo en Q./Unidad</b>	<b>Costo total en Q.</b>
3	Caja de cartón (30cm., de largo por 30 cm., de ancho)	2.00	6.00
1	Caneca (4 galones de capacidad)	5.00	5.00
1	Balanza	100.00	100.00
500	Hojas de papel bond	0.08	40.00
2	Lapiceros	2.00	4.00
1000	Impresiones	0.50	500.00
300	Fotocopias	2.50	75.00
50	Litros de Gasolina (vehículo)	7.00	350.00
	Imprevistos	-----	200.00
	Pago para el investigador	-----	2,500.00
1	Libreta de campo	5.00	5.00
1	Computadora	2,500.00	2,500.00
1	Cinta métrica (50)	50.00	50.00
<b>TOTAL</b>			<b>6,571.97</b>

**Fuente: El autor, agosto, 2015.**



## **5.2. Métodos**

### **5.2.1. Determinación cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos.**

A continuación se presenta la metodología utilizada para la determinación cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos.

#### **A. Producción per cápita.**

Los residuos y desechos caracterizados corresponden a: viviendas, oficinas y vía pública.

Para determinar la producción per cápita de residuos y desechos sólidos domiciliarios en la Finca Agrícola Hamburgo, se desarrollaron las siguientes actividades.

#### **1. Capacitación y sensibilización a los pobladores.**

Para la presente investigación se tomó en cuenta la totalidad de viviendas dentro de la finca.

- 1.1.** Se entrevistó al responsable de cada vivienda para definir el número de habitantes de cada hogar y de esta forma obtener el número total.
- 1.2.** Se capacitó al responsable de cada vivienda, sobre el manejo adecuado de los desechos sólidos.
- 1.3.** Se distribuyeron en cada vivienda tres bolsas plásticas de diferente color (negro, rojo y blanco) para la clasificación de los residuos y desechos sólidos, actividad que se realizó antes de iniciar el primer día de pesado, y el resto de los días de los meses de junio y julio se proporcionó solamente una bolsa de color negra por cada hogar.

## 2. Logística para pesado y registro de datos.

El pesado de los residuos y desechos sólidos de las áreas: domiciliar, oficinas y vía pública, se ejecutó de la siguiente manera:

Cuadro No.10 Fechas del pesado de los residuos y desechos sólidos.

Domiciliar				Oficinas y vía pública.	
Mes	Semana	Fecha	Día	Fecha	Día
Junio	1	1 y 2	Lunes, martes	6	Sábado
	2	10 y 11	Miércoles, jueves	13	Sábado
	3	19 al 21	Viernes, sábado y domingo	21	Sábado
Julio	1	6 y 7	Lunes, martes	11	Sábado
	2	15 y 16	Miércoles, jueves	18	Sábado
	3	24 al 26	Viernes, sábado y domingo	25	Sábado

Fuente: El autor, agosto, 2015.

### 2.1. El proceso del pesado domiciliar fue el siguiente:

Cuadro No. 11 Procedimiento del pesado domiciliar

<p><b>Mes de junio, día 1</b></p> <p>Cada habitante clasificó los residuos y desechos sólidos, según su composición física (orgánico, inorgánico: recuperables y no recuperables) depositándolos en las bolsas plásticas de colores distribuidas anteriormente.</p>
<p><b>Mes: junio y julio</b></p> <p>El segundo día en los meses de junio y julio, los desechos sólidos se pesaron sin previa-clasificación.</p>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

En la libreta de campo se anotó el peso de los desechos sólidos generados durante la semana, utilizando el siguiente el cuadro:

Cuadro No. 12 Formato para anotar los datos de peso de residuos y desechos sólidos

F u n c i o n e s	Fecha	01/06/2015	Día	1	Fecha	02/06	10/06	11/06	Etc.
	Peso de los desechos sólidos (kg)				Peso				
	Número de casa	Orgánico	Inorgánico		Habitantes	Día 2	Día 10	Día 11	Etc.
			Recuperable	No recuperable					
	TOTAL								

El autor, agosto, 2015.

- El primer día (01/06/2015) se escribieron los datos del pesado (en kilogramos) de los residuos y desechos sólidos clasificados (orgánico e inorgánico: Recuperable y no recuperable).

- Se identificó cada vivienda con un sticker enumerado y se anotó el número en la casilla de “número de casa”.
- Se anotó el número de habitantes de cada hogar en la casilla “habitantes”
- El segundo día, y resto del proceso (junio y julio) se anotó el peso de los residuos y desechos sólidos sin previa clasificación, en las casillas conforme a la fecha del pesado.
- El croquis de las casas visitadas se encuentra en anexos, figura No.18

**2.2.** La finca recolecta los residuos y desechos generados en oficinas y vía pública, el pesado de los desechos sólidos para las áreas mencionadas anteriormente fue el siguiente:

Cuadro No. 13 Proceso del pesado de las áreas: Oficinas y vía pública.

<p style="text-align: center;"><b>Mes de junio, primera semana</b></p> <p>El primer sábado del mes de junio, se clasificaron los desechos sólidos de las áreas: vía pública y oficinas, seguidamente se pesaron los residuos conforme a su composición física (orgánico e inorgánico: recuperable y no recuperable)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Mes: Junio y julio</b></p> <p>El segundo sábado del mes de junio y resto de período del proceso (junio y julio), se pesaron los desechos sólidos sin previa-clasificación.</p>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

### 3. Cálculo de la Producción Per Cápita (PPC)

Con los datos de peso de los residuos y desechos sólidos de una semana, se procedió a la determinación de la PPC utilizando el procedimiento de los Indicadores Ambientales Municipales (MARN, 2005).

#### 3.1. Cálculo de la PPC domiciliar

Con la siguiente ecuación, se determinó la producción per-cápita de los residuos y desechos sólidos del área domiciliar.

$$\text{PPC (kgs/hab/día)} = (1/7) * \left( \frac{(A1/B1) * P}{P} \right)$$

Donde:

**A1:** Peso de los desechos de una semana completa de las viviendas

**B1:** Número de habitantes correspondientes a las viviendas

**P:** Número total de habitantes

#### 3.2. Cálculo de la PPC oficinas

Para determinar la PPC de oficinas, se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{PPC (kgs/hab/día)} = (1/7) * \left( \frac{(A1/B1) * P}{P} \right)$$

Donde:

**A1:** Peso de los desechos de una semana completa de oficinas

**B1:** Número de habitantes correspondientes a las oficinas

**P:** Número total de habitantes (oficinas)

### 3.3. Cálculo de PPC vía pública.

Para determinar la PPC vía pública, se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{PPC (kgs/hab/día)} = (1/7) * \left( \frac{(A1/B1) * P}{P} \right)$$

Donde:

**A1:** Peso de los desechos de una semana completa de la vía pública

**B1:** Número de habitantes correspondientes (trabajadores de la finca)

**P:** Número total de habitantes.

Para determinar la producción per-cápita total de la Finca Agrícola Hamburgo, se realizaron las sumatorias de los resultados de la PPC, de las áreas: domiciliar, oficinas y vía pública.

### B. Cálculo de densidad de los residuos y desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo.

El procedimiento para determinar la densidad de los residuos y desechos sólidos, fue el siguiente:

Cuadro No. 14 Procedimiento utilizado para la determinación de la densidad de los residuos y desechos sólidos.

1. Se depositaron los residuos y desechos sólidos en una caja de cartón de dimensiones de 30 cm., de largo por 30cm. de ancho, área total =900 mts<sup>2</sup>
2. Se compactó el material por medio de presión con el objetivo de reducir los espacios vacíos dentro de la caja.

3. Para los desechos sólidos como plástico se utilizó una caneca (recipiente de 4 galones de capacidad).

4. Se midió la altura de los desechos sólidos dentro de la caja y caneca, para la obtención de los datos de: volumen y densidad .

5. Se utilizó la siguiente ecuación según ( MARN, 2005) para el cálculo del volumen.

$$V (m^3) = \text{Área } (m^2) \times \text{altura } (m)$$

6. Para el cálculo de la densidad se utilizó la siguiente ecuación (MARN, 2005).

$$D = \text{peso } (kg) / \text{volumen } (m^3)$$

La metodología de la densidad de los residuos y desechos sólidos, se realizó únicamente en el primer día de pesado.

Fuente: MARN, 2005.

### **C. Composición Física de los residuos y desechos sólidos generados en el casco urbano de la Finca Agrícola Hamburgo.**

La composición física de los residuos y desechos sólidos se determinó por medio de la relación del peso de cada tipo de residuo y el peso total.

El procedimiento para los desechos domiciliarios fue el siguiente:

- Se realizaron capacitaciones a los responsables de cada vivienda, sobre la clasificación de los residuos y desechos sólidos.
- Los responsables de cada vivienda clasificaron los residuos y desechos sólidos

de acuerdo al color de bolsa (blanca, negra y roja) distribuida en cada hogar, determinado la composición física, esta actividad se realizó el primer día del mes de junio.

El procedimiento para los residuos y desechos sólidos para las áreas de oficina y vía pública fue el siguiente:

- El primer sábado del mes de junio, se recolectaron los residuos y desechos sólidos de las oficinas y vía pública, para clasificarlos de la siguiente manera:

Cuadro No.15 Composición física de los residuos y desechos sólidos

Orgánico	Inorgánico recuperables	Inorgánico no recuperables
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de comida</li> <li>• Papel de baño</li> <li>• Papel mojado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plástico</li> <li>• Chatarra</li> <li>• Aluminio</li> <li>• Cartón</li> <li>• Papel seco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telas</li> <li>• Duroport</li> <li>• Bolsas plásticas</li> <li>• Desechos peligrosos</li> </ul>

Fuente: El autor 2015.

### 5.2.2. Determinación de las fases de tratamiento para los residuos y desechos sólidos.

Las fases de tratamiento de los residuos y desechos sólidos se determinaron con base a los resultados obtenidos de la caracterización previa.

Los autores; Batres, Q., Jayes R., y Cid P., (2003), en el documento “Estudio de factibilidad para el manejo de desechos sólidos domiciliarios en las colonias” establecen que las fases para una planta de tratamiento de desechos sólidos debe estructurarse conforme a la clasificación física de los residuos, orgánico, inorgánico: recuperables y no recuperables, estableciendo el siguiente diagrama.



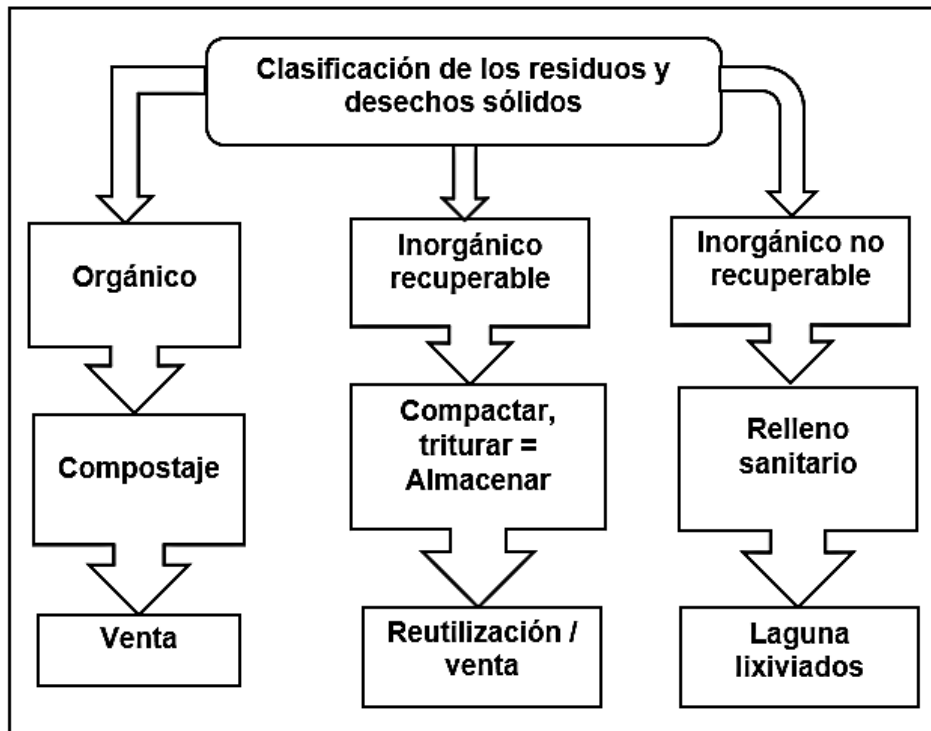


Figura No.4 Fases de tratamiento de los desechos sólidos

Fuente: Batres Quevedo, Jayes Reyes y Cid Pérez 2003.

La vida útil del diseño de la planta de tratamiento de desechos sólidos, está proyectada para un período de 20 años, sugerida por Guillermo, J., 2010. Con base al documento “Método para evaluación y selección planta de tratamiento de desechos sólidos”.

Para determinar las dimensiones de cada unidad se realizaron proyecciones de los residuos y desechos sólidos, a continuación se presenta el procedimiento realizado.

#### **B. Proyección diaria, mensual y anual de la producción total de residuos y desechos sólidos.**

Para calcular la producción diaria, mensual y anual de los desechos sólidos, se realizaron los siguientes procedimientos.

1. Producción diaria (kg/hab/día)= producción per-cápita \* la cantidad de habitantes por año.
2. Producción mensual (kg/hab/mensual) = producción diaria \* 365 ó 366 días (según año) / 12 meses
3. Producción anual (kg/hab/anual) = producción mensual \* 12 meses / 1 año.

**C. Proyección diaria, mensual y anual de la producción de los residuos y desechos sólidos por clasificación (orgánico e inorgánico: recuperables y no recuperables)**

Para determinar la producción diaria en peso de los desechos sólidos:

- Orgánicos
- Inorgánicos recuperables
- Inorgánicos no recuperables

Se realizó con base al cálculo individual del porcentaje de clasificación de los residuos sólidos, de la siguiente manera

1. Producción diaria = Producción total de desechos sólidos \* porcentaje individual de la clasificación de residuos / 100%
2. Producción mensual = producción diaria \* 365 ó 366 días / 12 meses
3. Producción anual = producción mensual \* 12 meses ( 1 año).

**D. Proyección diaria, mensual y anual de la producción del volumen de residuos y desechos sólidos.**

Para determinar la producción diaria en volumen, de los desechos sólidos:

- Orgánicos
- Inorgánicos recuperables
- Inorgánicos no recuperables

Se realizaron con base al cálculo del “peso y densidad” de cada uno de la clasificación de los desechos sólidos, de la siguiente manera:

1. Volumen diario ( $\text{m}^3$ ) del material orgánico: producción diaria en peso / densidad
2. Volumen diario ( $\text{m}^3$ ) del material Inorgánico recuperables: producción diaria en peso / densidad
3. Volumen diario ( $\text{m}^3$ ) del material Inorgánico no recuperables: producción diaria en peso / densidad
4. Para obtener la producción en volumen mensual se realizó la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Peso mensual}}{\text{Densidad}} = \frac{\text{kg}}{\text{kg} / \text{m}^3}$$

5. Para obtener la producción en volumen anual se realizó la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Peso anual}}{\text{Densidad}} = \frac{\text{kg}}{\text{kg / m}^3}$$

### **5.2.3. Dimensiones y aspectos a considerar en la ubicación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

#### **A. Dimensión de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos**

Las dimensiones de las cámaras de compostaje, bodega, relleno sanitario y laguna de estabilización, se calcularon con base en la densidad de los residuos y desechos sólidos.

##### **1. Cámaras de compostaje**

Para el cálculo en volumen de las cámaras de compostaje, se realizó un análisis dimensional, con base a la producción total de compost y la densidad total de los residuos orgánicos.

La cantidad de cámaras de compostaje, se realizó con base al proceso de tratamiento llamado “compostaje por cámaras ventiladas” (COCAVENT), y densidad de los residuos orgánicos, según Eguiluz, A., 2013, determina que la transformación del residuo orgánico a material “compost”, se realiza en un período de 6 meses, para asegurar la degradación de los desechos orgánicos.

## 2. Almacén / bodega, para el material recuperable

Para el cálculo en volumen del almacén / bodega, se realizó un análisis dimensional, con base a la producción total del material recuperable y la densidad total de los residuos inorgánicos recuperables.

## 3. Relleno sanitario

Para el cálculo de las dimensiones del relleno sanitario se utilizó la siguiente ecuación, Según Roben, E., (2002)

$$A (\text{relleno}) = V (\text{basura}) / F$$

Donde

$$A (\text{relleno}) = \text{Área del relleno}$$

$$V (\text{basura}) = \text{volumen necesario para el relleno}$$

$$F (\text{constante}) 10\text{m}^3/\text{m}^2$$

## 4. Laguna de estabilización

Para el cálculo de las dimensiones de la laguna de estabilización se utilizaron las siguientes ecuaciones, según Marroquín M., (2003) citado en el documento “Proyecto de pre-factibilidad del diseño de construcción y equipamiento de una planta de tratamiento de desechos sólidos para el área de Santo Domingo, Such.” Escrito por Quiñonez, S. (2012).

- **Cálculo de carga de retención hidráulica.**

$$CSm = 357.4 / (1.085)^{T-20}$$

Dónde:

$$CSm = \text{Carga superficial máxima de DBO}$$

$$357.4 / (1.085)^{-20} = \text{Constante de retención hidráulica.}$$

$$T = \text{Temperatura media del aire en el mes más frío}$$

- **Cálculo del área requerida para la laguna de estabilización**

$$AF = \frac{10 La Q}{CSm (FS)}$$

Dónde:

Af = Área de la laguna  
 La = Concentración de afluente DBO (mg/l)  
 Q = Caudal promedio (m<sup>3</sup>/día)  
 FS = Factor de seguridad (0.8 a 0.9 recomendado por el autor)

- **Cálculo para el volumen de la laguna**

$$Vf = (P/6) * ((I * a) + (I - 2ip) + 4(I - iP) (a-iP))$$

Dónde:

Vf = Volumen de la laguna (m<sup>3</sup>)  
 P = Profundidad útil de la laguna (m)  
 I = Largo superficial de la laguna  
 a = ancho superficial de la laguna  
 i = relación horizontal/vertical del talud interior ( cifra 3, recomendado por el autor)

- **Cálculo del período de retención hidráulica.**

$$Of = \frac{Vf}{Q}$$

Dónde:

Of = Período de retención hidráulica

Vf = volumen de la laguna ( $m^3$ )

Q = Caudal promedio ( $m^3/día$ )

## **B. Aspectos a considerar en la ubicación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

Para determinar la ubicación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, se tomaron en cuenta las siguientes características, según Umaña, J., (2010) en el documento titulado “Método para evaluación y selección de planta de tratamiento de desechos sólidos”

1. Localización: La planta debe estar a una distancia mayor de 3 km. del área urbana, la carretera debe ser transitable en toda época del año.
2. Vientos: La dirección de los vientos debe ir en sentido contrario de la planta de tratamiento, para evitar malos olores.
3. Topografía: Pendiente no mayor del 30%, para evitar la erosión de los suelos.
4. Suelos: La planta debe estar ubicada en suelos arcillosos, ya que son poco permeables, impidiendo la infiltración de cualquier líquido contaminante.
5. Hidrogeología: A diez metros de profundidad la lámina de agua, para evitar la contaminación de los mantos freáticos.

#### **5.2.4. Determinación del costo de inversión y operación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

##### **A. Costos de inversión**

El costo de inversión se calculó con base en la infraestructura necesaria para la planta de tratamiento de desechos sólidos. Para esto se consultó con un maestro de obras de albañilería quien se encargó de realizar los cálculos para determinar el costo de cada unidad de la planta y los materiales necesarios para su construcción.

Se cotizaron precios de mobiliario y equipo, para cada una de las unidades de la planta de tratamiento.

##### **B. Costos de operación**

Se cotizaron precios de los insumos y accesorios necesarios para el período de vida de la planta de tratamiento (20 años).

##### **C. Flujo de caja**

Se realizó un flujo de caja, para determinar la rentabilidad del proyecto, que incluye un informe financiero de los ingresos y egresos detallado de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

A continuación se presenta la ecuación para el cálculo del VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa de Interna de Retorno), los cuales indicarán la rentabilidad del proyecto.



$$VAN = \frac{-I^0 + \frac{FF1}{(1+R)^1} + \frac{FF2}{(1+R)^2} + \frac{FF3}{(1+R)^3} + \dots + \frac{FF20}{(1+R)^n}}{(1+R)^1} \dots (1+R)^n$$

Donde:

**VAN** = Valor Actual Neto

**-I°** = Inversión inicial

**FF1** = Flujo de fondos del año 1

**1** = Constante

**(R)<sup>1</sup>** = Tasa descuento (10%)

**n** = número de año

$$TIR = \frac{R + -VAN(R1)}{VAN \text{ (Valor Actual Neto)}}$$

**Donde:**

**TIR** = Tasa Interno de Retorno

**R** = Tasa de descuento (10%)

**VAN** = Valor Actual Neto

#### **5.2.5. Manual de operación para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

La propuesta del manual de operaciones para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, se realizó con base a las características que Santano, M., (2013) menciona en el documento titulado “Procedimiento para la estructuración de un manual” describiendo lo siguiente:

1. Un manual debe contener una introducción no mayor de una página, indicando el alcance del documento en una breve explicación o resumen del mismo.
2. Debe contener objetivos, que indiquen los procedimientos o actividades a desarrollar dentro de una institución
3. En las actividades deben estipularse los responsables y las atribuciones a seguir para el cumplimiento de los objetivos.
4. Debe incluir un diagrama de flujo de la secuencia de los procedimiento de las actividades.
5. Por último debe estipularse las normas que indiquen las reglas, sanciones y vigencia del manual.

## VI. RESULTADOS

### 6.1. Determinación cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo.

A continuación se presenta el registro de habitantes por área, para la determinación de la producción per-cápita de los residuos y desechos sólidos en la Finca Agrícola Hamburgo.

Cuadro No.16 Registro de habitantes por estrato de la investigación

Habitantes por sección de la investigación	
Estrato	Número de habitantes
Domiciliar	101
Oficinas	11
Vía pública (Trabajadores de campo)	468
<b>TOTAL</b>	<b>580</b>

Fuente: El autor 2015.

#### A. Determinación de la producción per-cápita de los residuos y desechos sólidos.

##### 1. Producción per-cápita, primer mes muestreado.

Durante el mes de junio, se realizó el pesado de los residuos y desechos sólidos por estrato, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro No.17 Peso de los residuos y desechos sólidos del mes de junio.

JUNIO	
Estrato	Peso de los residuos y desechos sólidos (Kgs.)
Domiciliar	291.10
Oficinas	11.90
Vía pública	19.75

Fuente: El autor, julio, 2015.

Con base al cuadro anterior se realizaron los cálculos para la producción per-cápita de los residuos y desechos sólidos del mes junio, los resultados se presentan en la siguiente figura.

Cuadro No. 18 Cálculo de la producción per-cápita del mes de junio.

<p style="text-align: center;"><b>Cálculo de producción per cápita domiciliar</b></p> <p>PPC (kgs./hab./día)= <math>(1/7) * \frac{(291.10\text{kg}/101) * 580}{580} = 0.4117 = 0.41 \text{ kgs./hab./día}</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Cálculo de producción per cápita del servicio de oficinas</b></p> <p>PPC (kgs./hab./día)= <math>(1/7) * \frac{(11.90/11) * 580}{580} = 0.1545 = 0.15\text{kgs./hab./día}</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Cálculo de producción vía pública</b></p> <p>PPC (kgs./hab./día)= <math>(1/7) * \frac{(19.75/580)580}{580} = 0.00486 = 0.0049\text{kgs./hab./día}</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Cálculo de producción per cápita integrado</b></p> <p><u><math>0.4117 \text{ kgs.} + 0.1545 \text{ kgs.} + 0.00486 \text{ kgs.} = 0.57106 = 0.57 \text{ kgs./hab./día}</math></u></p>

Fuente: El autor, julio, 2015

La figura anterior muestra que la producción per-cápita a nivel domiciliar es de 0.41 kgs./hab./día, para el área de oficinas es de 0.15 kgs./hab./día y vía pública de 0.00486 kgs./hab./día, por lo tanto el cálculo de la producción per-cápita integrado para el mes de junio es de 0.57 kgs./hab./día.

## 2. Producción per-cápita segundo mes muestreado.

Durante el mes de julio, se realizó el pesado de los residuos y desechos sólidos por estrato, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro No.19 pesado de los residuos y desechos sólidos del mes de julio

JULIO	
Estrato	Peso de los residuos y desechos sólidos (Kgs.)
Domiciliar	226.74
Oficinas	10.37
Vía pública	19.30

Fuente: El autor, julio, 2015.

Con base al cuadro anterior se realizaron los cálculos para la producción per-cápita de los residuos y desechos sólidos del mes de julio, los resultados se presentan en la siguiente figura.

Cuadro No.20 Cálculo de la producción per-cápita del mes de julio

<b>Cálculo de producción per cápita domiciliar</b>
$\text{PPC (kgs/hab/día)} = (1/7) * \frac{(226.74/101) * 580}{580} = 0.3207 = 0.32 \text{ kgs/hab/día}$
<b>Cálculo de producción per cápita del servicio de oficinas</b>
$\text{PPC (kgs/hab/día)} = (1/7) * \frac{(10.37/11) * 580}{580} = 0.1346 = 0.13 \text{ kgs/hab/día}$

### **Cálculo de producción vía pública**

$$\text{PPC (kgs/hab/día)} = (1/7) * \frac{(19.30/580)580}{580} = 0.004753 = 0.0048 \text{ kgs/hab/día}$$

### **Cálculo de producción per cápita integrado**

$$0.3207 \text{ kgs} + 0.1346 \text{ kgs} + 0.004753 \text{ kgs} = 0.4600 = 0.46 \text{ kgs/hab/día}$$

Fuente: El autor, julio, 2015.

La figura anterior muestra que la producción per-cápita a nivel domiciliar es de 0.32 kgs./hab./día, para el área de oficinas es de 0.13 kgs./hab./día y vía pública de 0.004753 kgs./hab./día, por lo tanto el cálculo de la producción per-cápita integrado para el mes de junio es de 0.46 kgs./hab./día.

### **3. Producción per-cápita, promedio.**

Con base a la caracterización de los residuos y desechos sólidos, se realizaron los promedios del pesado de los meses de junio y julio, determinados de la siguiente manera:

Cuadro No. 21 Promedio del pesado de los meses de junio y julio

<b>Estrato</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Promedio</b>	<b>Unidad</b>
Domiciliar	0.41	0.32	0.365	Kgs./hab./día.
Servicio de oficina	0.15	0.13	0.14	Kgs./hab./día.
Vía pública	0.0048	0.0048	0.0048	Kgs./hab./día.
<b>Per-cápita integrado.</b>	<b>0.5648</b>	<b>0.4548</b>	<b>0.5098</b>	Kgs./hab./día.

Fuente: El autor, julio, 2015.

El cuadro anterior, muestra que la producción per-cápita integrado de los residuos y desechos sólidos para la Finca Agrícola Hamburgo es de 0.51 kgs./hab./día.

#### **B. Densidad de los residuos y desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo, San Felipe, Retalhuleu**

El resultado del cálculo de la densidad de los residuos y desechos sólidos integrado (domiciliar, oficinas y vía pública) se encuentran en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 22. Densidad de los residuos y desechos sólidos.

<b>No.</b>	<b>Clasificación de residuos y desechos</b>	<b>Volumen (M<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
1	Orgánico	0.176285	30.359	172.215
2	Inorgánico: recuperable	0.463703	67.645	145.88
3	Inorgánico: no recuperable	0.189237	15.332	81.02

Fuente: El autor, julio, 2015.

Se determina con base a los resultados obtenidos que los desechos inorgánicos no recuperables son los residuos que ocupan mayor espacio en un metro cúbico (m<sup>3</sup>).

La información anterior se utilizó, para calcular el área y las dimensiones de las diferentes unidades de tratamiento para los residuos y desechos sólidos.

### C. Composición de los desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo.

Los resultados del cálculo de la composición física de los residuos y desechos sólidos integrados (domiciliar, servicio de oficina y vía pública) se encuentran en el siguiente cuadro:

Cuadro No.23 Clasificación física de los desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo.

No.	Tipo de Desecho	KG	PORCENTAJE %
1	Orgánico	30.359	26.79
2	Inorgánico	82.977	73.21

Fuente: El autor 2015

En la siguiente figura, se observa la clasificación de los residuos y desechos sólidos: el 73% representa los desechos inorgánicos: plástico, cartón, vidrio, duroport, etc., constituyendo la mayor parte de los desechos.



Figura No.5 Clasificación de desechos sólidos



Fuente: El autor, 2015

Es importante que la Finca Agrícola Hamburgo realice capacitaciones continuas a la población, para la reducción de los residuos y desechos sólidos, ya que estos exponen a los habitantes a efectos secundarios, como la reproducción de virus, hongos, bacterias y roedores.

La siguiente figura muestra que el 18% del material es no recuperable, incluye duroport, telas, baterías, bolsas plásticas y pañales, el 82% pertenece a los residuos recuperables formados por PET, latas, cartón, aluminio, papel seco y chatarra, considerando un factor positivo que pueden agenciarse de recursos económicos por la venta de dichos productos.

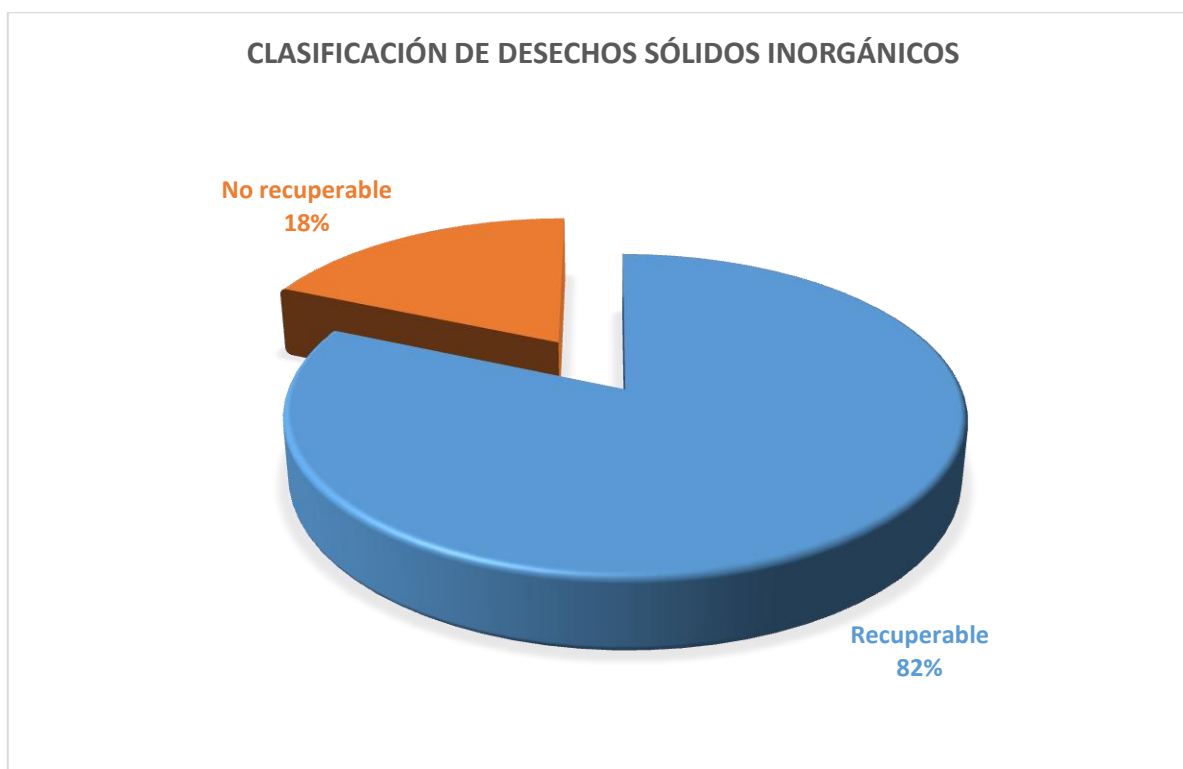


Figura No.6 Clasificación de desechos sólidos inorgánicos

Fuente: El autor, agosto 2015.

## 6.2. Proyección de la población, residuos y desechos sólidos en peso y volumen

### 6.2.1. Proyección de la población para la Finca Agrícola Hamburgo.

Con base a la tasa nacional de crecimiento poblacional establecida por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2014) se realizó la proyección para la Finca Agrícola Hamburgo, para las familias (población estimada) que residen dentro de la empresa.

**Cuadro No. 24, Proyección de población residente en la Finca Agrícola Hamburgo.**

<b>Año</b>	<b>Tasa % crecimiento poblacional</b>	<b>Población estimada</b>	<b>Trabajadores</b>	<b>Población total</b>
2015		101	479	580
2016	2.4	103	479	582
2017	2.4	106	479	585
2018	2.4	108	479	587
2019	2.4	111	479	590
2020	2.4	114	479	593
2021	2.4	116	479	595
2022	2.4	119	479	598
2023	2.4	122	479	601
2024	2.4	125	479	604
2025	2.4	128	479	607
2026	2.4	131	479	610
2027	2.4	134	479	613
2028	2.4	137	479	616

2029	2.4	141	479	620
<b>Año</b>	<b>Tasa % crecimiento poblacional</b>	<b>Población estimada</b>	<b>Trabajadores</b>	<b>Población total</b>
2030	2.4	144	479	623
2031	2.4	148	479	627
2032	2.4	151	479	630
2033	2.4	155	479	634
2034	2.4	158	479	637
2035	2.4	162	479	641

Fuente: El autor, con base a proyecciones del INE 2014, y censo realizado en la Finca Agrícola Hamburgo.

#### **6.2.2. Proyección diaria, mensual y anual peso de la producción total de residuos y desechos sólidos.**

Según el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala, y la Universidad Rafael Landívar, (IARNA, 2005) en el documento titulado “Perfil Ambiental de Guatemala”, la producción per-cápita a nivel nacional aumenta a 0.05 kg/hab/año., por lo que se realizó una proyección para 20 años, en el siguiente cuadro se observan los cálculos.

**Cuadro No. 25, Proyección diaria, mensual y anual en peso de la producción total de residuos y desechos sólidos.**

<b>Año</b>	<b>Población estimada</b>	<b>PPC (Kg/hab/día)</b>	<b>producción diaria (kg/día)</b>	<b>producción mensual (kg/mes)</b>	<b>Producción anual (kg/anual)</b>	<b>producción diaria (ton/día)</b>	<b>producción (ton/mes)</b>	<b>producción (ton/anual)</b>
2015	580	0.51	295.80	8,997.25	107,967.00	0.30	9.00	107.97
2016	582	0.56	326.16	9,947.80	119,373.62	0.33	9.95	119.37
2017	585	0.61	356.79	10,852.45	130,229.36	0.36	10.85	130.23
2018	587	0.66	387.72	11,793.02	141,516.20	0.39	11.79	141.52
2019	590	0.71	418.94	12,742.64	152,911.63	0.42	12.74	152.91
2020	593	0.76	450.46	13,739.15	164,869.85	0.45	13.74	164.87
2021	595	0.81	482.31	14,670.28	176,043.34	0.48	14.67	176.04
2022	598	0.86	514.49	15,648.95	187,787.46	0.51	15.65	187.79
2023	601	0.91	547.00	16,637.99	199,655.87	0.55	16.64	199.66
2024	604	0.96	579.87	17,686.06	212,232.66	0.58	17.69	212.23
2025	607	1.01	613.10	18,648.55	223,782.61	0.61	18.65	223.78
2026	610	1.06	646.71	19,670.82	236,049.82	0.65	19.67	236.05
2027	613	1.11	680.71	20,704.92	248,459.06	0.68	20.70	248.46
2028	616	1.16	715.11	21,810.85	261,730.23	0.72	21.81	261.73
2029	620	1.21	749.93	22,810.25	273,722.95	0.75	22.81	273.72
2030	623	1.26	785.17	23,882.30	286,587.61	0.79	23.88	286.59
2031	627	1.31	820.86	24,967.86	299,614.37	0.82	24.97	299.61
2032	630	1.36	857.01	26,138.80	313,665.63	0.86	26.14	313.67
2033	634	1.41	893.63	27,181.33	326,175.93	0.89	27.18	326.18
2034	637	1.46	930.75	28,310.17	339,722.05	0.93	28.31	339.72
2035	641	1.51	968.36	29,454.41	353,452.90	0.97	29.45	353.45
<b>TOTALES</b>			<b>13,020.88</b>	<b>396,295.85</b>	<b>4,755,550.15</b>	<b>13.04</b>	<b>396.29</b>	<b>4,755.55</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

### 6.2.3. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material orgánico

Los cálculos se realizaron considerando que el 26.79% del total generado son desechos orgánicos, los resultados son los siguientes.

**Cuadro No. 26 Proyección diaria, mensual y anual en peso del material orgánico.**

Año	Población estimada	PPC (kg/ha/día)	Porcentaje material orgánico	Producción en Kgs./día	Producción estimada de material orgánico (ton/día)	Producción estimada material orgánico (ton/mes)	Producción estimada de material orgánico (ton/año)
2015	580	0.51	26.79	79.24	0.079	2.377	28.528
2016	582	0.56	26.79	87.38	0.087	2.621	31.456
2017	585	0.61	26.79	95.58	0.096	2.868	34.411
2018	587	0.66	26.79	103.87	0.104	3.116	37.393
2019	590	0.71	26.79	112.23	0.112	3.367	40.404
2020	593	0.76	26.79	120.68	0.121	3.620	43.445
2021	595	0.81	26.79	129.21	0.129	3.876	46.516
2022	598	0.86	26.79	137.83	0.138	4.135	49.619
2023	601	0.91	26.79	146.54	0.147	4.396	52.755
2024	604	0.96	26.79	155.35	0.155	4.660	55.925
2025	607	1.01	26.79	164.25	0.164	4.928	59.130
2026	610	1.06	26.79	173.25	0.173	5.198	62.371
2027	613	1.11	26.79	182.36	0.182	5.471	65.650
2028	616	1.16	26.79	191.58	0.192	5.747	68.968
2029	620	1.21	26.79	200.91	0.201	6.027	72.326
2030	623	1.26	26.79	210.35	0.210	6.310	75.725
2031	627	1.31	26.79	219.91	0.220	6.597	79.167
2032	630	1.36	26.79	229.59	0.230	6.888	82.653
2033	634	1.41	26.79	239.40	0.239	7.182	86.186
2034	637	1.46	26.79	249.35	0.249	7.480	89.765
2035	641	1.51	26.79	259.42	0.259	7.783	93.393
<b>TOTALES</b>				<b>3488.28</b>	<b>3.488</b>	<b>104.649</b>	<b>1255.786</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

#### 6.2.4. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material orgánico

Para la proyección del volumen del material orgánico se utilizó la densidad calculada de 172.215 kg/m<sup>3</sup>, el cálculo se realizó para un período de 20 años. A continuación se presentan los resultados.

**Cuadro No.27 Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material orgánico.**

Año	Población estimada	PPC (kg/h ab/dí a)	Porcentaje material orgánico	Producción estimada de material orgánico (Kg/día)	Producción mensual estimada de desechos (kg/mes)	Producción anual estimada de desechos (kg/año)	Densidad promedio de material orgánico (kg/m <sup>3</sup> )	Producción diaria en volumen de material orgánico (m3)	Producción mensual en volumen de material orgánico (m3)	Producción anual en volumen de material orgánico (m3)
2015	580	0.51	26.79	79.24	2,410.36	28,924.36	172.22	0.46	14.00	167.95
2016	582	0.56	26.79	87.38	2,665.02	31,980.19	172.22	0.51	15.47	185.70
2017	585	0.61	26.79	95.58	2,907.37	34,888.45	172.22	0.56	16.88	202.59
2018	587	0.66	26.79	103.87	3,159.35	37,912.19	172.22	0.60	18.35	220.14
2019	590	0.71	26.79	112.23	3,413.75	40,965.03	172.22	0.65	19.82	237.87
2020	593	0.76	26.79	120.68	3,680.72	44,168.63	172.22	0.70	21.37	256.47
2021	595	0.81	26.79	129.21	3,930.17	47,162.01	172.22	0.75	22.82	273.86
2022	598	0.86	26.79	137.83	4,192.36	50,308.26	172.22	0.80	24.34	292.12
2023	601	0.91	26.79	146.54	4,457.32	53,487.81	172.22	0.85	25.88	310.59
2024	604	0.96	26.79	155.35	4,738.09	56,857.13	172.22	0.90	27.51	330.15
2025	607	1.01	26.79	164.25	4,995.95	59,951.36	172.22	0.95	29.01	348.12
2026	610	1.06	26.79	173.25	5,269.81	63,237.75	172.22	1.01	30.60	367.20
2027	613	1.11	26.79	182.36	5,546.85	66,562.18	172.22	1.06	32.21	386.51
2028	616	1.16	26.79	191.58	5,843.13	70,117.53	172.22	1.11	33.93	407.15
2029	620	1.21	26.79	200.91	6,110.86	73,330.38	172.22	1.17	35.48	425.81
2030	623	1.26	26.79	210.35	6,398.07	76,776.82	172.22	1.22	37.15	445.82
2031	627	1.31	26.79	219.91	6,688.89	80,266.69	172.22	1.28	38.84	466.08
2032	630	1.36	26.79	229.59	7,002.59	84,031.02	172.22	1.33	40.66	487.94

Año	Población estimada	PPC (kg/h ab/dí a)	Porcentaje material orgánico	Producción estimada de material orgánico (Kg/día)	Producción mensual estimada de desechos (kg/mes)	Producción anual estimada de desechos (kg/año)	Densidad promedio de material orgánico (kg/m <sup>3</sup> )	Producción diaria en volumen de material orgánico (m3)	Producción mensual en volumen de material orgánico (m3)	Producción anual en volumen de material orgánico (m3)
2033	634	1.41	26.79	239.40	7,281.88	87,382.53	172.22	1.39	42.28	507.40
2034	637	1.46	26.79	249.35	7,584.29	91,011.54	172.22	1.45	44.04	528.48
2035	641	1.51	26.79	259.42	7,890.84	236,725.08	172.22	1.51	45.19	5238.21
<b>Totales</b>				<b>3,488.29</b>	<b>106,167.66</b>	<b>1,416,046.94</b>		<b>20.26</b>	<b>615.83</b>	<b>12,086.16</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

#### 6.2.5. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material recuperable

Para la proyección en peso del material recuperable se utilizó el porcentaje previamente calculado en la clasificación, 59.68%, relacionado con el total del material inorgánico (73%). A continuación se presenta los resultados.

**Cuadro No. 28 Proyección diaria, mensual y anual en peso del material recuperable.**

Año	Población estimada	PPC (kg/ha/día)	Total de producción en kgs/día	Total de producción en ton/día	Producción de material recuperable en kgs/día (59.68%)	Producción de material recuperable (ton/día)	Producción de material recuperable (ton/mes)	Producción de material recuperable (ton/año)
2015	580	0.51	295.80	0.296	176.53	0.18	5.30	63.55
2016	582	0.56	326.16	0.326	194.65	0.19	5.84	70.07
2017	585	0.61	356.79	0.357	212.93	0.21	6.39	76.66
2018	587	0.66	387.72	0.388	231.39	0.23	6.94	83.30
2019	590	0.71	418.94	0.419	250.02	0.25	7.50	90.01
2020	593	0.76	450.46	0.450	268.84	0.27	8.07	96.78
2021	595	0.81	482.31	0.482	287.84	0.29	8.64	103.62
2022	598	0.86	514.49	0.514	307.05	0.31	9.21	110.54
2023	601	0.91	547.00	0.547	326.45	0.33	9.79	117.52
2024	604	0.96	579.87	0.580	346.07	0.35	10.38	124.58
2025	607	1.01	613.10	0.613	365.90	0.37	10.98	131.72
2026	610	1.06	646.71	0.647	385.96	0.39	11.58	138.94
2027	613	1.11	680.71	0.681	406.25	0.41	12.19	146.25
2028	616	1.16	715.11	0.715	426.78	0.43	12.80	153.64
2029	620	1.21	749.93	0.750	447.56	0.45	13.43	161.12
2030	623	1.26	785.17	0.785	468.59	0.47	14.06	168.69
2031	627	1.31	820.86	0.821	489.89	0.49	14.70	176.36
2032	630	1.36	857.01	0.857	511.46	0.51	15.34	184.13
2033	634	1.41	893.63	0.894	533.32	0.53	16.00	192.00
2034	637	1.46	930.75	0.931	555.47	0.56	16.66	199.97
2035	641	1.51	968.36	0.968	577.92	0.58	17.58	210.94
<b>TOTALES</b>			<b>13,020.8</b>	<b>13.021</b>	<b>7,770.86</b>	<b>7.77</b>	<b>233.38</b>	<b>2,800.40</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

#### 6.2.6. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material recuperable

La proyección en volumen del material recuperable se realizó con base a la densidad obtenida en la caracterización de los residuos y desechos sólidos siendo de 145.88 kg/m<sup>3</sup>.

A continuación se muestran los resultados.



**Cuadro No. 29 Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material recuperable.**

Año	Población estimada	PPC (kg/hab /día)	Producción estimada del material recuperable (Kg/día)	Producción mensual estimada del material recuperable (kg/mes)	Producción anual estimada del material recuperable (kg/año)	Densidad promedio del material recupera- ble	Producción diaria en volumen del material recuperable (m3)	Producción mensual en volumen del material recupera- ble (m3)	Producción anual en volumen del material recupera- ble (m3)
2015	580	0.51	176.53	5,369.56	64,434.71	145.88	1.21	36.81	441.70
2016	582	0.56	194.65	5,936.85	71,242.18	145.88	1.33	40.70	488.36
2017	585	0.61	212.93	6,476.74	77,720.88	145.88	1.46	44.40	532.77
2018	587	0.66	231.39	7,038.07	84,456.87	145.88	1.59	48.25	578.95
2019	590	0.71	250.02	7,604.81	91,257.66	145.88	1.71	52.13	625.57
2020	593	0.76	268.84	8,199.53	98,394.33	145.88	1.84	56.21	674.49
2021	595	0.81	287.84	8,755.22	105,062.66	145.88	1.97	60.02	720.20
2022	598	0.86	307.05	9,339.30	112,071.56	145.88	2.10	64.02	768.24
2023	601	0.91	326.45	9,929.55	119,154.62	145.88	2.24	68.07	816.80
2024	604	0.96	346.07	10,555.04	126,660.45	145.88	2.37	72.35	868.25
2025	607	1.01	365.90	11,129.46	133,553.46	145.88	2.51	76.29	915.50
2026	610	1.06	385.96	11,739.54	140,874.53	145.88	2.65	80.47	965.69
2027	613	1.11	406.25	12,356.70	148,280.37	145.88	2.78	84.70	1016.45
2028	616	1.16	426.78	13,016.72	156,200.60	145.88	2.93	89.23	1070.75
2029	620	1.21	447.56	13,613.15	163,357.85	145.88	3.07	93.32	1119.81
2030	623	1.26	468.59	14,252.96	171,035.49	145.88	3.21	97.70	1172.44
2031	627	1.31	489.89	14,900.82	178,809.85	145.88	3.36	102.14	1225.73
2032	630	1.36	511.46	15,599.64	187,195.65	145.88	3.51	106.93	1283.22
2033	634	1.41	533.32	16,221.82	194,661.80	145.88	3.66	111.20	1334.40
2034	637	1.46	555.47	16,895.51	202,746.12	145.88	3.81	115.82	1389.81
2035	641	1.51	577.92	17,578.39	210,940.69	145.88	3.96	120.50	1445.99
<b>TOTALES</b>			<b>7,770.86</b>	<b>236,509.36</b>	<b>2,838,112.33</b>		<b>53.27</b>	<b>1621.26</b>	<b>19,455.12</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

### 6.2.7. Proyección diaria, mensual y anual en peso del material no recuperable.

La proyección en peso de material no recuperable, se realizó considerando que el porcentaje de producción es de 13.53% tomando como base el total del material inorgánico (73%), A continuación los resultados.

**Cuadro No. 30 Proyección diaria, mensual y anual en peso del material no recuperable.**

Año	Población estimada	PPC (kg/día)	Total de producción en kgs/día	Total de producción en ton/día	Producción de material recuperable (kg/día) (13.53%)	Producción de material no recuperable (ton/día)	producción de material no recuperable (ton/mes)	producción del materia no recuperable (ton/año)
2015	580	0.51	295.80	0.296	40.02	0.04	1.20	14.41
2016	582	0.56	326.16	0.326	44.13	0.04	1.32	15.89
2017	585	0.61	356.79	0.357	48.27	0.05	1.45	17.38
2018	587	0.66	387.72	0.388	52.46	0.05	1.57	18.88
2019	590	0.71	418.94	0.419	56.68	0.06	1.70	20.41
2020	593	0.76	450.46	0.450	60.95	0.06	1.83	21.94
2021	595	0.81	482.31	0.482	65.26	0.07	1.96	23.49
2022	598	0.86	514.49	0.514	69.61	0.07	2.09	25.06
2023	601	0.91	547.00	0.547	74.01	0.07	2.22	26.64
2024	604	0.96	579.87	0.580	78.46	0.08	2.35	28.24
2025	607	1.01	613.10	0.613	82.95	0.08	2.49	29.86
2026	610	1.06	646.71	0.647	87.50	0.09	2.63	31.50
2027	613	1.11	680.71	0.681	92.10	0.09	2.76	33.16
2028	616	1.16	715.11	0.715	96.75	0.10	2.90	34.83
2029	620	1.21	749.93	0.750	101.46	0.10	3.04	36.53
2030	623	1.26	785.17	0.785	106.23	0.11	3.19	38.24
2031	627	1.31	820.86	0.821	111.06	0.11	3.33	39.98
2032	630	1.36	857.01	0.857	115.95	0.12	3.48	41.74
2033	634	1.41	893.63	0.894	120.91	0.12	3.63	43.53
2034	637	1.46	930.75	0.931	125.93	0.13	3.78	45.33
2035	641	1.51	968.36	0.968	129.28	0.13	3.88	46.54
Totales			<b>13,020.8</b>	<b>13.021</b>	<b>17,59.98</b>	<b>1.76</b>	<b>52.80</b>	<b>633.59</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

### 6.2.8. Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material no recuperable

La proyección en volumen del material no recuperable, se realizó con base a la densidad siendo de 81.02 kg/m<sup>3</sup>, según la caracterización de los residuos y desechos sólidos de la Finca Agrícola Hamburgo, a continuación los resultados.

**Cuadro No. 31 Proyección diaria, mensual y anual en volumen del material no recuperable.**

Año	Población estimada	Porcentaje material no recuperable	PPC (kg/hab/día)	Producción del material no recuperable (Kg/día)	Producción mensual de desechos (kg/mes)	Producción anual de desechos (kg/año)	Densidad del material no recuperable (kg/m3)	Producción diaria en volumen del material no recuperable (m3)	Producción mensual en volumen del material no recuperable (m3)	Producción anual en volumen del material no recuperable (m3)	Producción acumulada del material no recuperable (m3)
2015	580	13.53	0.51	40.02	12,17.33	14,607.94	81.02	0.74	15.28	180.55	180.55
2016	582	13.53	0.56	44.13	13,45.94	16,151.25	81.02	0.79	16.86	199.60	380.15
2017	585	13.53	0.61	48.27	14,68.34	17,620.03	81.02	0.85	18.37	217.73	597.88
2018	587	13.53	0.66	52.46	15,95.60	19,147.14	81.02	0.90	19.94	236.58	834.45
2019	590	13.53	0.71	56.68	17,24.08	20,688.94	81.02	0.95	21.53	255.61	1,090.06
2020	593	13.53	0.76	60.95	18,58.91	22,306.89	81.02	1.00	23.19	275.58	1,65.63
2021	595	13.53	0.81	65.26	19,84.89	23,818.66	81.02	1.06	24.75	294.23	1,659.87
2022	598	13.53	0.86	69.61	21,17.30	25,407.64	81.02	1.11	26.38	313.85	1,973.72
2023	601	13.53	0.91	74.01	22,51.12	27,013.44	81.02	1.16	28.03	333.67	2,307.38
2024	604	13.53	0.96	78.46	23,92.92	28,715.08	81.02	1.22	29.78	354.67	2,662.05
2025	607	13.53	1.01	82.95	25,23.15	30,277.79	81.02	1.27	31.39	373.96	3,036.01
2026	610	13.53	1.06	87.50	26,61.46	31,937.54	81.02	1.33	33.10	394.44	3,430.45
2027	613	13.53	1.11	92.10	28,01.38	33,616.51	81.02	1.39	34.83	415.17	3,845.62
2028	616	13.53	1.16	96.75	29,51.01	35,412.10	81.02	1.44	36.67	437.33	4,282.95
2029	620	13.53	1.21	101.46	30,86.23	37,034.71	81.02	1.50	38.34	457.36	4,740.30
2030	623	13.53	1.26	106.23	32,31.28	38,775.30	81.02	1.56	40.13	478.84	5,219.14
2031	627	13.53	1.31	111.06	33,78.15	40,537.82	81.02	1.62	41.95	500.59	5,719.74
2032	630	13.53	1.36	115.95	35,36.58	42,438.96	81.02	1.68	43.90	524.06	6,243.80
2033	634	13.53	1.41	120.91	36,77.63	44,131.60	81.02	1.74	45.64	544.95	6,788.75
2034	637	13.53	1.46	125.93	38,30.37	45,964.39	81.02	1.80	47.53	567.57	7,356.32
2035	641	13.53	1.51	129.28	39,32.16	47,185.96	81.02	1.85	48.78	582.65	7,938.97
<b>TOTALES</b>				<b>1,759.98</b>	<b>53,565.81</b>	<b>64,2789.72</b>	<b>1,701.42</b>	<b>26.97</b>	<b>666.39</b>	<b>7,938.97</b>	<b>71,653.79</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

### **6.3. Fases de tratamiento para los residuos y desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo**

#### **A. Capacitación de clasificación**

En esta etapa se propone que en la Finca Agrícola Hamburgo, se realicen capacitaciones continuas (dos o tres veces al mes) dirigidas a la población, sobre la clasificación de los residuos y desechos sólidos según su composición física: orgánico e inorgánico (recuperable y no recuperable).

#### **B. Recolección y transporte**

Se propone que la recolección de los residuos y desechos sólidos que se realice de la siguiente manera:

1. En cada fuente (área) de producción de residuos y desechos sólidos, deben existir contenedores identificados conforme al tipo del material; orgánicos e inorgánicos: recuperables y no recuperables, los recolectores se deben encargar de transportarlos al vehículo y colocar otros recipientes en la misma ubicación. Las fuentes productoras son las siguientes:

2.

- Domiciliares
- Oficinas
- Vía pública.

#### **C. Almacenaje de residuos recuperables.**

Los residuos recuperables deben permanecer almacenados en una bodega para ser vendidos, en este proceso los materiales deberán ser compactados (exceptuando el vidrio), etc., antes de su almacenamiento.

El tiempo máximo para la venta es de 15 días, para evitar la acumulación de residuos recuperables en la bodega y así mismo tener espacio para el ingreso de nuevos

productos, además es importante realizar cada día la limpieza para eliminar malos olores, hongos y la entrada de roedores.

#### **D. Cámaras de compostaje y patio de maduración de compost.**

En esta etapa se propone que para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos se realice un proceso llamado “Compostaje por cámaras ventiladas” (COCAVENT); según Eguluz, A., (2013).

Las cámaras deben tener una forma escalonada, con pendiente baja, en cada cámara deben instalarse canales con rejillas ubicadas en la parte inferior para lograr una aireación no mecanizada por convección, aprovechando el aire que viene del exterior por medio de las rejillas y su expulsión por extractores rotatorios en el techo, que además contribuye a regular la temperatura.

El compostaje se desarrollará en dos etapas de 3 meses cada una para asegurar suficiente homogeneidad en su degradación, únicamente con un volteo manual intermedio.

Cumplidos los 3 meses de residencia el material orgánico en las primeras 4 cámaras de compostaje, se trasladan a la segunda etapa mediante un volteo manual, a las siguientes 4 cámaras ubicadas frente a las primeras, de manera de facilitar el transporte del producto, en estas se deben almacenar la materia orgánica 3 meses más, cumpliendo el tiempo transcurrido se traslada al patio de maduración de compost. Se espera procesar para el año 2035 de desechos orgánicos 93.39 toneladas/año según proyecciones realizadas.

En la fase del patio de maduración, se descargarán manualmente los residuos orgánicos procesados de las cámaras de compostaje, en esta área el producto final (compost) deberá ser empacado y en espera a ser vendidos.

## **E. Relleno sanitario**

Se propone que la disposición final de los desechos no recuperables se realice en un relleno sanitario, los aspectos de funcionamiento son los siguientes:

5. Los desechos no recuperables deben ser depositados formando celdas de material compactado y cubierta de tierra.
6. Se recomienda realizar coberturas de tierra cada tres o cinco días, dependiendo del volumen del material no recuperable.
7. Las paredes deberán ser impermeabilizadas, para evitar los malos olores y roedores.
8. Deberá tener un sistema de drenaje que permitirá que los lixiviados sean transportados hacia la laguna de estabilización, donde serán tratados.

Según proyecciones en peso realizadas anteriormente del material no recuperable, se espera recibir 46.54 toneladas para el año 2035.

## **F. Laguna de estabilización de lixiviados.**

Los lixiviados que se generarán, en las cámaras de compostaje y relleno sanitario serán transportados por medio de gravedad a través de un sistema de drenaje hacia la laguna de estabilización.

El tratamiento para los lixiviados, según Contreras A; Suáres J.,(2006) en el documento “Rellenos sanitarios y lagunas de estabilización”, establece el siguiente tipo de tratamiento:

- **Proceso aerobio:** es un proceso bacteriano que ocurre en presencia de oxígeno. Bajo condiciones aeróbicas, las bacterias consumen rápidamente la materia orgánica y la convierten en el dióxido de carbono. Una vez que haya una carencia de la materia orgánica, las bacterias mueren y son utilizadas como alimento por otras bacterias. Esta etapa del proceso se conoce como respiración endógena (Contreras A; Suáres J, 2006),

El tratamiento para la eliminación de las bacterias, es a través de los rayos ultravioleta (luz solar), La radiación UV se utiliza para dañar la estructura genética de las bacterias, virus, y otros patógenos, haciéndolos incapaces de la reproducción, además de eliminarlos por el proceso de evaporación. (Contreras A; Suárez J, 2006).

Se recomienda que la Finca Agrícola Hamburgo, realice un análisis sobre el efluente para cumplir con los parámetros establecidos en el acuerdo gubernativo 236-2006 si desea descargarlos hacia los cuerpos de agua, de no ser así se recomienda que se reutilice como riego en el cultivo de café, y no en cultivos que son directamente comestibles como lo son fresas, lechuga, cebolla, etc.

La laguna de estabilización debe estar ubicada en la parte más baja del terreno de la planta de tratamiento, con el objetivo de que los lixiviados sean transportados por gravedad.

La Finca Agrícola Hamburgo no cuenta con mediciones de campo del caudal de infiltración de drenaje y concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) para lixiviados, por lo que se utilizaron datos teóricos, de acuerdo a Marroquín y M., (2003) citado por Quiñónez en el documento “Proyecto de pre-factibilidad del diseño de construcción y equipamiento de una planta de tratamiento de desechos sólidos para el área de Santo Domingo, Such.” (2012).

- DBO de las lagunas negras crudas (La)= 290.00 mg/l
- Caudal de infiltración (Q)= 100.00 m<sup>3</sup>/día
- Temperatura del ambiente del mes más frío= 21°C, (se alcanza en el mes más frío de enero según Martínez,G. (2012) citado en el documento “Plan para la sostenibilidad”

- Factor de seguridad=0.9
- Relación horizontal y vertical del talud interior i= 3

- **Cálculo de carga de retención hidráulica.**

$$C_{sm} = 357.4(1.085)^{T-20} \text{ (kg/hab-día)}$$

$$C_{sm} = 357.4 * 1.6314675$$

$$C_{sm} = 387.779 \text{ kg/hab/día}$$

La carga hidráulica de la laguna de estabilización es de 388 kg/hab/día, este es el volumen de carga orgánica máxima (DBO) a tratar diariamente.

- **Cálculo del área requerida para la laguna de estabilización**

$$AF = \frac{10 La Q}{C_{sm} (FS)}$$

Dónde:

Af = Área de la laguna

La = Concentración de afluente DBO (mg/l)

Q = Caudal promedio (m<sup>3</sup>/día)

FS= Factor de seguridad (0.8 a 0.9 recomendado por el autor)



Aplicación:

$$Af = \frac{10 \times 290 \text{ mg/l} \times 100 \text{ m}^3/\text{día}}{387.779 \times 0.9} = \frac{290000}{349.0011} = 830.94 \text{ m}^2$$

La laguna de estabilización deberá tener un área aproximada de 831 metros cuadrados, para el tratamiento de los lixiviados.

- **Cálculo del volumen de la laguna.**

Según Marroquín M. (2003), citado en el documento “Proyecto de pre-factibilidad del diseño de construcción y equipamiento de una planta de tratamiento de desechos sólidos para el área de Santo Domingo, Such.” Quiñonez, S. (2012). Recomienda una relación de largo/ancho de 2/1 y una profundidad de 1.5 m., para mantener condiciones aerobias, con base a esto se realizaron los cálculos:

$$V_f = (P/6) * ((l * a) + (l - 2ip) + 4(l - iP) (a - iP))$$

Dónde:

$V_f$	=	Volumen de la laguna ( $\text{m}^3$ )
$P$	=	Profundidad útil de la laguna (m)
$l$	=	Largo superficial de la laguna
$a$	=	Ancho superficial de la laguna
$i$	=	Relación horizontal/vertical del talud interior ( cifra 3, recomendado por el autor)

Aplicación:

$$V_f = (1.5/6) * ((42*21.5) + (43-2*3*1.5) * (21.5-2*3*1.5) + 4(43-3*1.5) (5-3*1.5))$$

$$V_f = 991.875 \text{ m}^3$$

La laguna de estabilización deberá de tener un volumen de 991.875 metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), para la descarga de los lixiviados.

- **Cálculo de retención hidráulica.**

$$O_f = \frac{V_f}{Q}$$

Dónde:

$O_f$  = Período de retención hidráulica

$V_f$  = Volumen de la laguna ( $\text{m}^3$ )

$Q$  = Caudal promedio ( $\text{m}^3/\text{día}$ )

Aplicación:

$$O_f = \frac{991.875 \text{ m}^3}{100 \text{ m}^3/\text{día}} = 9.91875 \text{ días}$$

Según el cálculo anterior se determinó que el período de retención es de  $9.91 = 10$  días, significando el tiempo de permanencia del volumen del caudal (lixiviados).

#### 6.4. Dimensiones y ubicación adecuada para la planta de tratamiento de desechos sólidos

##### 6.4.1. Criterios para el diseño de las unidades de tratamiento

###### A. Almacén/Bodega

Las dimensiones del almacén fueron calculadas con base a la densidad del material recuperable ( $145.88 \text{ kg/m}^3$ ) y la proyección mensual del último año (volumen) siendo de: 17578.39 kilogramos, determinado un volumen total de  $121 \text{ mts}^3$ , por lo que las unidades de medidas serán de 7 metros de largo por 7 metros de ancho y 2.5 metros de altura. En esta área los residuos recuperables se colocarán en filas y separados según su composición física (latas, papel, vidrio, PET y chatarra).

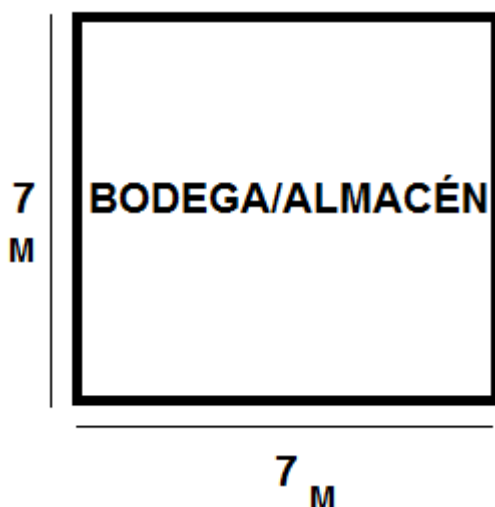


Figura No.7 Dimensiones del Almacén/bodega de la planta de tratamiento.

Fuente: El autor, agosto, 2015

###### B. Cámaras de compostaje y patio de maduración.

Para establecer las dimensiones de las cámaras de compostaje se utilizó el dato de proyección mensual del último año del material orgánico (volumen), siendo de 7,890.84 kilogramos y la densidad de los desechos orgánicos de  $172.22 \text{ kg/m}^3$ , determinando un

volumen total  $46 \text{ m}^3$ , por lo que las unidades de medidas para la cámaras de compost serán de 5 metros de largo por 5 metros de largo y 2 metros de profundidad, por lo que se requiere un total de 8 cámaras para procesar 42.04 toneladas/anual de desechos orgánicos, durante el período de vida (20 años). Se requerirá 4 cámaras en la fase 1 y 4 cámaras en la fase 2.

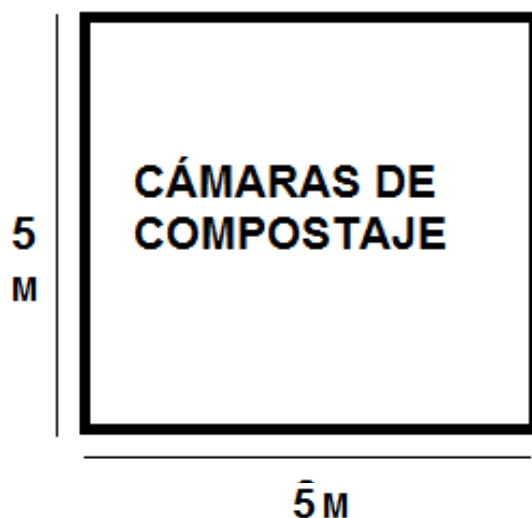


Figura No. 8 Dimensiones de la cámara de compostaje de la planta de tratamiento

Fuente: El autor, agosto, 2015.

Las medidas para el patio de maduración, se realizaron con base a la producción de compost para el año 2035 siendo de 28,017.90 kg. (ver cuadro No.38), y la densidad de los desechos orgánicos de  $172.22 \text{ kg/m}^3$ , determinando un volumen total de  $162.68 \text{ m}^3$ , estableciendo las medidas de 7 metros de largo por 8 metro de ancho y 3 metros de altura. Esta área tendrá el mismo nivel de las cámaras y estará situada detrás de la segunda fase, con techo y sin paredes en los costados.

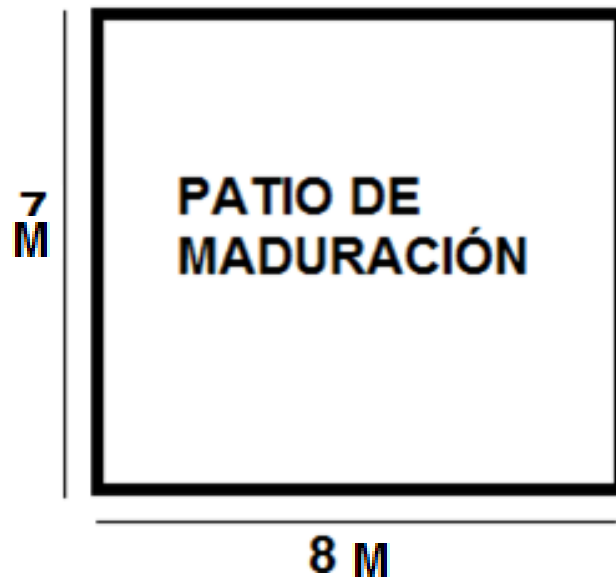


Figura No. 9 Dimensiones del patio de maduración de la planta de tratamiento

Fuente: El autor, agosto, 2015

### C. Relleno sanitario

Las dimensiones para el relleno sanitario, se realizaron con base al cálculo de la Ecuación del autor Roben, E., (2002), que se presenta a continuación.

$A_{(relleno)} = V \text{ (desechos no recuperables, del último año de la producción acumulada)} / F \text{ (constante)} (10 \text{ m}^3/\text{m}^2)$

$A_{(relleno)} = 7,938.97 \text{ m}^3 / \text{constante } 10 \text{ m}^3/\text{m}^2$

$A_{(relleno)} = 793.897 \text{ m}^2$

Determinando un área total de  $793.89 \text{ m}^2$ , por lo que se establecieron las unidades de medidas de 28 metros de largo por 29 metros de ancho y 10 metros de profundidad, para almacenar un total de  $7,938.97 \text{ m}^3$  de desechos no recuperables, para un período de vida de 20 años.

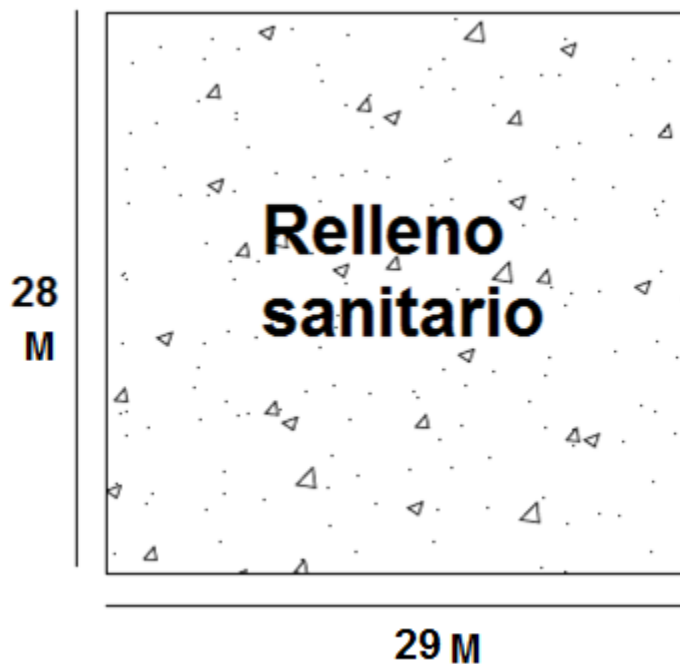


Figura No.10 Dimensiones del relleno sanitario de la planta de tratamiento.

Fuente: El autor, agosto, 2015

Según Umaña G., (2010) en el documento "Método para evaluación y selección planta de tratamiento", La profundidad adecuada para la instalación del relleno sanitario debe estar arriba de 10mts. del espejo de agua, para evitar contaminación de los acuíferos, por lo que se realizaron mediciones y entrevistas a la población sobre el nivel freático de los pozos artesanales, determinando que la lámina de agua en época de verano se sitúa a 30 metros de profundidad y en período de invierno se encuentra a un nivel de 20 metros, por lo que cumple con los requisitos del autor.

#### **6.4.1.1. Obras complementarias**

##### **a. Garita de control**

Se encontrará ubicada en la entrada principal, utilizada para el personal de seguridad de la planta, quienes llevarán el registro del ingreso y egreso de visitantes, empleados y vehículos recolectores.

##### **b. Administración**

Se recomienda una pequeña oficina, utilizada por el encargado, de esta área quién llevará registros de los procesos y actividades realizadas en toda la planta.

En esta área se contempla una oficina, sala de reuniones del personal, servicio sanitario y vestidor. Se deja a criterio de la Finca Agrícola Hamburgo, las recomendaciones anteriores ya que pueden optar por utilizar las oficinas centrales.

#### **6.4.2. Criterios para selección del sitio de construcción**

Según Umaña, G., (2010), la planta de tratamiento debe estar ubicada en suelos arcillosos por su capacidad de poca permeabilidad, ya que no permiten la contaminación hacia los mantos freáticos. Según los estudios realizados por el MAGA (2010), los suelos de toda la Finca Agrícola Hamburgo, son arcillosos por lo que cumple con los requisitos del autor.

La ubicación adecuada para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, se localiza en el lote llamado “Casa roja” que es propiedad de la Finca Colombia, anexo de la Finca Agrícola Hamburgo, con un área total de 25,566 metros cuadrados.

Es importante mencionar que el lote (Casa roja), es un terreno sin producción, por lo que se recomienda la instalación de la planta de tratamiento. A continuación se presenta el mapa con el terreno sugerido.



## UBICACION PROPUESTA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

### Leyenda

Casa roja



Asfaltado



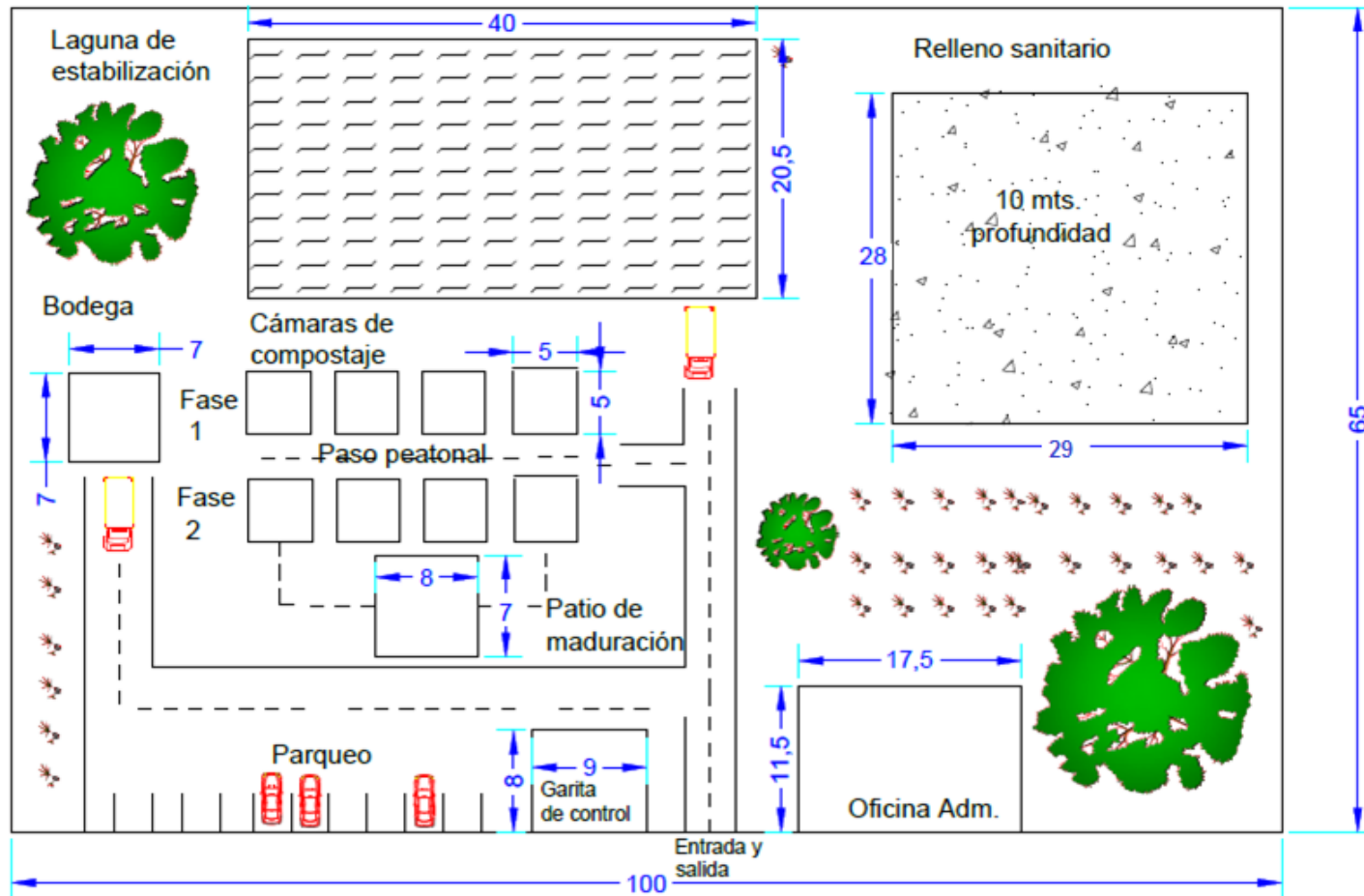
Escala: 1:4352



Sistema de coordenadas proyectadas: GTM  
DATUM: WGS 84  
Fecha: Agosto 2015  
Autor: Cristhian González



Figura No.11 Ubicación propuesta para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.  
Fuente: El autor, agosto, 2015.



**ESCALA: 2:1 ÁREA TOTAL: 6,500 mts<sup>2</sup>**

**Medidas del plano: Metro lineal**

Figura No. 12 Plano de diseño de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos de la Finca Agrícola Hamburgo, San Felipe Retalhuleu.

Fuente: El autor, agosto 2015

## 6.5. Determinación del costo de inversión y operación de la planta de tratamiento de desechos sólidos.

### 6.5.1. Inversión inicial

#### 6.5.1.1. Fase de construcción

A continuación se presentan las estimaciones realizadas para la construcción y equipo necesario para la instalación de la planta.

Cuadro No.32 Presupuesto de construcción.

Cantidad	Descripción	Área	Total área	Unidad	Costo Unitario	Sub-total	Costo total
<b>8</b>	<b>CÁMARAS COMPOSTAJE</b>	<b>25</b>	<b>200</b>	<b>m2</b>			
40	Varillas			3/8 cm	Q245.00		Q9,800.00
240	Varillas			1/4 cm	Q8.00		Q1,920.00
100	Alambre de amarre			Libra	Q6.00		Q600.00
4320	Block			10x20x40	Q3.80		Q16,416.00
380	Cemento			unidad	Q74.00		Q28,120.00
30	Arena azul			metro	Q80.00		Q2,400.00
20	Piedrín			metro	Q175.00		Q3,500.00
20	Tablas			docena	Q560.00		Q11,200.00
10	Reglas			docena	Q130.00		Q1,300.00
30	Selecto			metro	Q80.00		Q2,400.00
	Mano de obra						Q122,344.00
<b>TOTAL</b>							<b>Q200,000.00</b>
<b>1</b>	<b>PATIO MADURACIÓN/TECHADO</b>		<b>56</b>	<b>m2</b>			
12	Varillas			3/8 cm	Q245.00		Q2,940.00
67	Varillas			1/4 cm	Q8.00		Q536.00
28	Alambre de amarre			Libra	Q6.00		Q168.00
1209	Block			10x20x40	Q3.80		Q4,594.20
107	Cemento			unidad	Q74.00		Q7,918.00
106	Arena azul			metro	Q80.00		Q8,480.00
6	Piedrín			metro	Q175.00		Q1,050.00
6	Tablas			docena	Q560.00		Q3,360.00
3	Reglas			docena	Q130.00		Q390.00
10	Selecto			metro	Q80.00		Q800.00
	Mano de obra (incluye cemento y alumbrado)						Q36,964.00
<b>TOTAL</b>							<b>Q67,200.00</b>
<b>1</b>	<b>RELLENO SANITARIO</b>		<b>812</b>	<b>m2</b>			

Cantidad	Descripción	Área	Total área	Unidad	Costo unitario	Sub-total	Costo total
162	Varillas			3/8 cm	Q245.00		Q245.00
974	Varillas			1/4 cm	Q8.00		Q8.00
406	Alambre de amarre			Libra	Q6.00		Q6.00
17,539	Block			10x20x40	Q3.80		Q3.80
1543	Cemento			unidad	Q74.00		Q74.00
122	Arena azul			metro	Q80.00		Q80.00
81	Piedrín			metro	Q175.00		Q175.00
40	Tablas			docena	Q560.00		Q560.00
40	Reglas			docena	Q130.00		Q130.00
122	Selecto			metro	Q80.00		Q80.00
812	Geo-membrana			metro	Q20.00		Q20.00
	Mano de obra						Q503,716.80
<b>TOTAL</b>							<b>Q812,000.00</b>
<b>1</b>	<b>BODEGA</b>		<b>49</b>	<b>m2</b>			
9	Varillas			3/8 cm	Q245.00		Q2,205.00
58	Varillas			1/4 cm	Q8.00		Q464.00
25	Alambre de amarre			Libra	Q6.00		Q150.00
1056	Block			10x20x40	Q3.80		Q4,012.80
93	Cemento			unidad	Q74.00		Q6,882.00
8	Arena azul			metro	Q80.00		Q640.00
5	Piedrín			metro	Q175.00		Q875.00
5	Tablas			docena	Q560.00		Q2,800.00
3	Reglas			docena	Q130.00		Q390.00
8	Selecto			metro	Q80.00		Q640.00
	Mano de obra (incluye cimiento y alumbrado)						Q39,741.20
<b>TOTAL</b>							<b>Q58,800.00</b>
<b>1</b>	<b>GARITA</b>		<b>72</b>	<b>m2</b>			
14	Varillas			3/8 cm	Q245.00		Q3,430.00
86	Varillas			1/4 cm	Q8.00		Q688.00
36	Alambre de amarre			Libra	Q6.00		Q216.00
1,555	Block			10x20x40	Q3.80		Q5,909.00
137	Cemento			unidad	Q74.00		Q10,138.00
11	Arena azul			metro	Q80.00		Q880.00
7	Piedrín			metro	Q175.00		Q1,225.00
7	Tablas			docena	Q560.00		Q3,920.00
4	Reglas			docena	Q130.00		Q520.00
11	Selecto			metro	Q80.00		Q880.00
	Mano de obra (incluye cimiento y alumbrado)						Q58,594.00
<b>TOTAL</b>							<b>Q86,400.00</b>
<b>1</b>	<b>ADMINISTRACIÓN</b>		<b>200</b>	<b>m2</b>			

Cantidad	Descripción	Área	Total área	Unidad	Costo unitario	Sub-total	Costo total
40	Varillas			3/8 cm	Q245.00		Q9,800.00
240	Varillas			1/4 cm	Q8.00		Q1,920.00
100	Alambre de amarre			Libra	Q6.00		Q600.00
4,320	Block			10x20x40	Q3.80		Q16,416.00
380	Cemento			unidad	Q74.00		Q28,120.00
30	Arena azul			metro	Q80.00		Q2,400.00
20	Piedrín			metro	Q175.00		Q3,500.00
20	Tablas			docena	Q560.00		Q11,200.00
10	Reglas			docena	Q130.00		Q1,300.00
30	Selecto			metro	Q80.00		Q2,400.00
	Mano de obra (incluye cimiento y alumbrado)						Q162,344.00
<b>TOTAL</b>							<b>Q240,000.00</b>
	<b>DRENAJE</b>						
30	Tubos plástico			8 pulg.	Q800.00		Q24,000.00
2	Pegamento pvc			galones	Q200.00		Q400.00
<b>TOTAL</b>							<b>Q24,400.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>						<b>Q2,878,800.00</b>

Fuente: Marcial Chávez, agosto, 2015

### 6.5.1.2. Presupuesto mobiliario y equipo

Cuadro No. 33, Presupuesto de mobiliario y equipo para la planta de tratamiento de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

MOBILIARIO Y EQUIPO REQUERIDO				
Cantidad	Descripción	Costo unitario	Sub total	Total
	<b>Equipo de oficina</b>			
1	Silla ejecutiva con rodos	Q.750.00	Q.750.00	
1	Modem/Internet-Prepago	Q.100.00	Q.100.00	
1	Escritorio para computadora/archivero	Q.600.00	Q.600.00	
1	Retroproyector	Q4,500.00	Q.4,500	
1	Engrapadoras	Q.25.00	Q.25.00	
1	Impresora/multifuncional	Q.450.00	Q.450.00	
1	Computadora escritorio	Q.4250.00	Q.4250.00	
1	Tijeras	Q.2.50	Q.2.50	
1	Celular	Q.650.00	Q.650.00	
	Papelería y útiles		Q.253.5	Q.11,581.00
	<b>Garita</b>			
1	Escritorio/Archivero	Q.600.00	Q.600.00	
1	Silla ejecutiva con rodos	Q.750.00	Q.750.00	Q1,350.00
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Sub total</b>	<b>Total</b>
	<b>Baño</b>			
1	Dispensadores de papel	Q.200.00	Q.200.00	
1	Dispensador de jabón	Q.150.00	Q.150.00	Q.350.00
	<b>TOTAL</b>			<b>Q.13,281.00</b>

Fuente: Cotizaciones en comercios del municipio Mazatenango Such., agosto, 2015.

### 6.5.1.3. Resumen de inversión total

A continuación se presenta el resumen de inversión total del proyecto.

Cuadro No. 34 Resumen de inversión inicial de la planta de tratamiento e residuos y desechos sólidos.

TOTAL INVERSIÓN INICIAL	
Descripción	Total
Construcción	Q. 2,878,800.00
Mobiliario y equipo requerido	Q 13,281.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q. 2,892,081.00</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015

En total se estima que la Finca Agrícola tendrá que invertir Q.2,892,081.00 para la construcción de la planta de tratamiento desechos sólidos.

### 6.5.2. Costos de operación

#### 6.5.2.1. Insumos y accesorios

A continuación se presentan los costos de insumos y accesorios proyectados a veinte años para el funcionamiento del proyecto, con una tasa de inflación del 4% según el Banco de Guatemala (2015).

Cuadro No.35 Equipo de limpieza para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

Cantidad	Descripción	Costo unitario	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
	<b>Equipo de limpieza</b>						
6	Escobas	Q8.50	Q51.00	Q53.04	Q55.16	Q57.37	Q59.66
6	Trapeadores	Q10.00	Q60.00	Q62.40	Q64.90	Q67.49	Q70.19
6	Depósitos de basura grandes	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca
6	Galones de cloro	Q15.00	Q90.00	Q93.60	Q97.34	Q101.24	Q105.29
6	Sacabasuras	Q12.00	Q72.00	Q74.88	Q77.88	Q80.99	Q84.23
6	Galones desinfectante	Q13.00	Q78.00	Q81.12	Q84.36	Q87.74	Q91.25
12	Esponjas	Q1.00	Q12.00	Q12.48	Q12.98	Q13.50	Q14.04
100	Rollos de papel mayordomo	Q6.50	Q650.00	Q676.00	Q703.04	Q731.16	Q760.41
6	Jabones desengrasantes	Q5.00	Q30.00	Q31.20	Q32.45	Q33.75	Q35.10
6	Bolsas detergentes 9 kilogramos	Q90.00	Q540.00	Q561.60	Q584.06	Q607.43	Q631.72
6	Mangueras	Q40.00	Q240.00	Q249.60	Q259.58	Q269.97	Q280.77
24	Cepillos para piso	Q12.00	Q288.00	Q299.52	Q311.50	Q323.96	Q336.92
33	Pares de botas de hule	Q50.00	Q1,650.00	Q1,716.00	Q1,784.64	Q1,856.03	Q1,930.27
22	Trajes impermeables	Q100.00	Q2,200.00	Q2,288.00	Q2,379.52	Q2,474.70	Q2,573.69
2000	Mascarillas desechables	Q2.50	Q5,000.00	Q5,200.00	Q5,408.00	Q5,624.32	Q5,849.29
100	Pares de Guantes	Q15.00	Q1,500.00	Q1,560.00	Q1,622.40	Q1,687.30	Q1,754.79
30	Litros de jabón líquido de manos	Q15.00	Q450.00	Q468.00	Q486.72	Q506.19	Q526.44
100	Paquetes de 24 rollos higiénico	Q30.00	Q3,000.00	Q3,120.00	Q3,244.80	Q3,374.59	Q3,509.58
	<b>TOTAL POR AÑO</b>	<b>Q425.50</b>	<b>Q15,911.00</b>	<b>Q16,547.44</b>	<b>Q17,209.34</b>	<b>Q17,897.71</b>	<b>Q18,613.62</b>

Cuadro No.35 (continuación).

Cantidad	Descripción	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10
	<b>Equipo de limpieza</b>					
6	Escobas	Q62.05	Q64.53	Q67.11	Q69.80	Q72.59
6	Trapeadores	Q73.00	Q75.92	Q78.96	Q82.11	Q85.40
6	Depósitos de basura grandes	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca
6	Galones de cloro	Q109.50	Q113.88	Q118.43	Q123.17	Q128.10
6	Sacabasuras	Q87.60	Q91.10	Q94.75	Q98.54	Q102.48
6	Galones desinfectante	Q94.90	Q98.69	Q102.64	Q106.75	Q111.02
12	Esponjas	Q14.60	Q15.18	Q15.79	Q16.42	Q17.08
100	Rollos de papel mayordomo	Q790.82	Q822.46	Q855.36	Q889.57	Q925.15
6	Jabones desengrasantes	Q36.50	Q37.96	Q39.48	Q41.06	Q42.70
6	Bolsas detergentes 9 kilogramos	Q656.99	Q683.27	Q710.60	Q739.03	Q768.59
6	Mangueras	Q292.00	Q303.68	Q315.82	Q328.46	Q341.59
24	Cepillos para piso	Q350.40	Q364.41	Q378.99	Q394.15	Q409.91
33	Pares de botas de hule	Q2,007.48	Q2,087.78	Q2,171.29	Q2,258.14	Q2,348.46
22	Trajes impermeables	Q2,676.64	Q2,783.70	Q2,895.05	Q3,010.85	Q3,131.29
2000	Mascarillas desechables	Q6,083.26	Q6,326.60	Q6,579.66	Q6,842.85	Q7,116.56
100	Pares de Guantes	Q1,824.98	Q1,897.98	Q1,973.90	Q2,052.85	Q2,134.97
30	Litros de jabón líquido de manos	Q547.49	Q569.39	Q592.17	Q615.86	Q640.49
100	Paquetes de 24 rollos higiénico	Q3,649.96	Q3,795.96	Q3,947.80	Q4,105.71	Q4,269.94
	<b>TOTAL POR AÑO</b>	<b>Q19,358.16</b>	<b>Q20,132.49</b>	<b>Q20,937.79</b>	<b>Q21,775.30</b>	<b>Q22,646.31</b>



Cuadro No. 35 (continuación).

Cantidad	Descripción	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15
	<b>Equipo de limpieza</b>					
6	Escobas	Q75.49	Q78.51	Q81.65	Q84.92	Q88.32
6	Trapeadores	Q88.81	Q92.37	Q96.06	Q99.90	Q103.90
6	Depósitos de basura grandes	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca
6	Galones de cloro	Q133.22	Q138.55	Q144.09	Q149.86	Q155.85
6	Sacabasuras	Q106.58	Q110.84	Q115.27	Q119.89	Q124.68
6	Galones desinfectante	Q115.46	Q120.08	Q124.88	Q129.88	Q135.07
12	Esponjas	Q17.76	Q18.47	Q19.21	Q19.98	Q20.78
100	Rollos de papel mayordomo	Q962.16	Q1,000.65	Q1,040.67	Q1,082.30	Q1,125.59
6	Jabones desengrasantes	Q44.41	Q46.18	Q48.03	Q49.95	Q51.95
6	Bolsas detergentes 9 kilogramos	Q799.33	Q831.31	Q864.56	Q899.14	Q935.11
6	Mangueras	Q355.26	Q369.47	Q384.25	Q399.62	Q415.60
24	Cepillos para piso	Q426.31	Q443.36	Q461.10	Q479.54	Q498.72
33	Pares de botas de hule	Q2,442.40	Q2,540.10	Q2,641.70	Q2,747.37	Q2,857.27
22	Trajes impermeables	Q3,256.54	Q3,386.80	Q3,522.27	Q3,663.16	Q3,809.69
2000	Mascarillas desechables	Q7,401.22	Q7,697.27	Q8,005.16	Q8,325.37	Q8,658.38
100	Pares de Guantes	Q2,220.37	Q2,309.18	Q2,401.55	Q2,497.61	Q2,597.51
30	Litros de jabón líquido de manos	Q666.11	Q692.75	Q720.46	Q749.28	Q779.25
100	Paquetes de 24 rollos higiénico	Q4,440.73	Q4,618.36	Q4,803.10	Q4,995.22	Q5,195.03
	<b>TOTAL POR AÑO</b>	<b>Q23,552.17</b>	<b>Q24,494.25</b>	<b>Q25,474.02</b>	<b>Q26,492.98</b>	<b>Q27,552.70</b>

Cuadro No. 35 (continuación).

Cantidad	Descripción	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20
	<b>Equipo de limpieza</b>					
6	Escobas	Q91.85	Q95.52	Q99.34	Q103.32	Q107.45
6	Trapeadores	Q108.06	Q112.38	Q116.87	Q121.55	Q126.41
6	Depósitos de basura grandes	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca	Reciclado/finca
6	Galones de cloro	Q162.08	Q168.57	Q175.31	Q182.32	Q189.62
6	Sacabasuras	Q129.67	Q134.85	Q140.25	Q145.86	Q151.69
6	Galones desinfectante	Q140.47	Q146.09	Q151.94	Q158.01	Q164.33
12	Esponjas	Q21.61	Q22.48	Q23.37	Q24.31	Q25.28
100	Rollos de papel mayordomo	Q1,170.61	Q1,217.44	Q1,266.14	Q1,316.78	Q1,369.45
6	Jabones desengrasantes	Q54.03	Q56.19	Q58.44	Q60.77	Q63.21
6	Bolsas detergentes 9 kilogramos	Q972.51	Q1,011.41	Q1,051.87	Q1,093.94	Q1,137.70
6	Mangueras	Q432.23	Q449.52	Q467.50	Q486.20	Q505.64
24	Cepillos para piso	Q518.67	Q539.42	Q561.00	Q583.44	Q606.77
33	Pares de botas de hule	Q2,971.56	Q3,090.42	Q3,214.04	Q3,342.60	Q3,476.30
22	Trajes impermeables	Q3,962.08	Q4,120.56	Q4,285.38	Q4,456.80	Q4,635.07
2000	Mascarillas desechables	Q9,004.72	Q9,364.91	Q9,739.50	Q10,129.08	Q10,534.25
100	Pares de Guantes	Q2,701.42	Q2,809.47	Q2,921.85	Q3,038.72	Q3,160.27
30	Litros de jabón líquido de manos	Q810.42	Q842.84	Q876.56	Q911.62	Q948.08
100	Paquetes de 24 rollos higiénico	Q5,402.83	Q5,618.94	Q5,843.70	Q6,077.45	Q6,320.55
	<b>TOTAL POR AÑO</b>	<b>Q28,654.81</b>	<b>Q29,801.00</b>	<b>Q30,993.04</b>	<b>Q32,232.77</b>	<b>Q33,522.08</b>

Fuente: Según cotizaciones realizadas comercios, del municipio de Mazatenango, Such., agosto, 2015.

Cuadro No. 36 Equipo para el área de compostaje y relleno sanitario.

Cantidad	Descripción	Costo unitario	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7
	<b>Área de compostaje y relleno sanitario</b>								
20	Piochas	Q90.00	Q1,800.00	Q1,872.00	Q1,946.88	Q2,024.76	Q2,105.75	Q2,189.98	Q2,277.57
20	Palas	Q80.00	Q1,600.00	Q1,664.00	Q1,730.56	Q1,799.78	Q1,871.77	Q1,946.64	Q2,024.51
10	Carreta de metal	Q250.00	Q2,500.00	Q2,600.00	Q2,704.00	Q2,812.16	Q2,924.65	Q3,041.63	Q3,163.30
20	Rastrillos	Q44.00	Q880.00	Q915.20	Q951.81	Q989.88	Q1,029.48	Q1,070.65	Q1,113.48
20	Machetes	Q27.00	Q540.00	Q561.60	Q584.06	Q607.43	Q631.72	Q656.99	Q683.27
	Emergencias, reserva (opcional)		Q2,000.00	Q2,000.00	Q2,000.00	Q2,000.00	Q2,000.00	Q2,080.00	Q2,163.20
10	Carreta de metal	Q3,289.83	Q3,421.42	Q3,558.28	Q3,700.61	Q3,848.64	Q4,002.58	Q4,162.68	Q4,329.19
20	Rastrillos	Q1,158.02	Q1,204.34	Q1,252.51	Q1,302.61	Q1,354.72	Q1,408.91	Q1,465.26	Q1,523.88
20	Machetes	Q710.60	Q739.03	Q768.59	Q799.33	Q831.31	Q864.56	Q899.14	Q935.11
	Emergencias, reserva (opcional)	Q2,249.73	Q2,339.72	Q2,433.31	Q2,530.64	Q2,631.86	Q2,737.14	Q2,846.62	Q2,960.49
	<b>TOTAL POR AÑO</b>	<b>Q53,757.9</b>	<b>Q55,908.2</b>	<b>Q58,144.5</b>	<b>Q60,470.3</b>	<b>Q62,889.1</b>	<b>Q65,404.7</b>	<b>Q68,020.93</b>	<b>Q70,741.77</b>

Cuadro No. 36 (continuación).

Fuente: Según cotizaciones realizadas en diferentes comercios del municipio de Mazatenango, Such., agosto 2015.

Cantidad	Descripción	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20
	<b>Área de compostaje y relleno sanitario</b>					
20	Piochas	Q3,241.70	Q3,371.37	Q3,506.22	Q3,646.47	Q3,792.33
20	Palas	Q2,881.51	Q2,996.77	Q3,116.64	Q3,241.31	Q3,370.96
10	Carreta de metal	Q4,502.36	Q4,682.45	Q4,869.75	Q5,064.54	Q5,267.12
20	Rastrillos	Q1,584.83	Q1,648.22	Q1,714.15	Q1,782.72	Q1,854.03
20	Machetes	Q972.51	Q1,011.41	Q1,051.87	Q1,093.94	Q1,137.70
	Emergencias, reserva (opcional)	Q3,078.91	Q3,202.06	Q3,330.15	Q3,463.35	Q3,601.89
	<b>TOTAL POR AÑO</b>	<b>Q73,571.44</b>	<b>Q76,514.30</b>	<b>Q79,574.87</b>	<b>Q82,757.86</b>	<b>Q86,068.18</b>

### 6.5.3. Gastos de administración

A continuación se presentan los gastos de administración proyectados para un período de 20 años, para el funcionamiento del proyecto, con tasa de inflación del 4% según el Banco de Guatemala, 2015.

Cuadro No. 37 Papelería y útiles de oficina

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
6	Cajas de lápices	Q11.50	Q69.00	Q71.76	Q74.63	Q77.62	Q80.72
6	Cajas de lapiceros	Q10.50	Q63.00	Q65.52	Q68.14	Q70.87	Q73.70
12	Marcadores	Q5.00	Q60.00	Q62.40	Q64.90	Q67.49	Q70.19
12	Cajas de gancho	Q7.50	Q90.00	Q93.60	Q97.34	Q101.24	Q105.29
6	Botes de pegamento	Q8.50	Q51.00	Q53.04	Q55.16	Q57.37	Q59.66
3	Almohadillas	Q15.00	Q45.00	Q46.80	Q48.67	Q50.62	Q52.64
6	Resaltadores	Q7.50	Q45.00	Q46.80	Q48.67	Q50.62	Q52.64
6	Cajas de clips	Q10.00	Q60.00	Q62.40	Q64.90	Q67.49	Q70.19
6	Cajas de gancho	Q8.00	Q48.00	Q49.92	Q51.92	Q53.99	Q56.15
6	Cajas de grapas	Q10.00	Q60.00	Q62.40	Q64.90	Q67.49	Q70.19
6	Resma de papel bond carta	Q27.50	Q165.00	Q171.60	Q178.46	Q185.60	Q193.03
6	Resma de papel bond oficio	Q32.50	Q195.00	Q202.80	Q210.91	Q219.35	Q228.12
100	Folders carta	Q1.00	Q100.00	Q104.00	Q108.16	Q112.49	Q116.99
50	Folders oficio	Q1.00	Q50.00	Q52.00	Q54.08	Q56.24	Q58.49
6	Cartucho de tinta negra	Q135.00	Q810.00	Q842.40	Q876.10	Q911.14	Q947.59
6	Cartucho tinta color	Q165.00	Q990.00	Q1,029.60	Q1,070.78	Q1,113.62	Q1,158.16
10	Leit mediano	Q15.00	Q150.00	Q156.00	Q162.24	Q168.73	Q175.48
10	Leit grandes	Q20.00	Q200.00	Q208.00	Q216.32	Q224.97	Q233.97
12	Cuadernos de líneas	Q3.50	Q42.00	Q43.68	Q45.43	Q47.24	Q49.13
12	Cuadernos de cuadros	Q3.50	Q42.00	Q43.68	Q45.43	Q47.24	Q49.13
2	Botes llenadores de cartucho negro	Q25.00	Q50.00	Q52.00	Q54.08	Q56.24	Q58.49
2	Botes llenadores de cartucho amarillo	Q25.00	Q50.00	Q52.00	Q54.08	Q56.24	Q58.49
2	Botes llenadores de cartucho rojo	Q25.00	Q50.00	Q52.00	Q54.08	Q56.24	Q58.49
2	Botes llenadores de cartucho azul	Q25.00	Q50.00	Q52.00	Q54.08	Q56.24	Q58.49
	<b>TOTALES</b>		<b>Q3,535.00</b>	<b>Q3,676.40</b>	<b>Q3,823.46</b>	<b>Q3,976.39</b>	<b>Q4,135.45</b>

Cuadro No. 37 (continuación)

Cantidad	Descripción	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
6	Cajas de lápices	Q83.95	Q87.31	Q90.80	Q94.43	Q98.21	Q102.14
6	Cajas de lapiceros	Q76.65	Q79.72	Q82.90	Q86.22	Q89.67	Q93.26
12	Marcadores	Q73.00	Q75.92	Q78.96	Q82.11	Q85.40	Q88.81
12	Cajas de gancho	Q109.50	Q113.88	Q118.43	Q123.17	Q128.10	Q133.22
6	Botes de pegamento	Q62.05	Q64.53	Q67.11	Q69.80	Q72.59	Q75.49
3	Almohadillas	Q54.75	Q56.94	Q59.22	Q61.59	Q64.05	Q66.61
6	Resaltadores	Q54.75	Q56.94	Q59.22	Q61.59	Q64.05	Q66.61
6	Cajas de clips	Q73.00	Q75.92	Q78.96	Q82.11	Q85.40	Q88.81
6	Cajas de gancho	Q58.40	Q60.74	Q63.16	Q65.69	Q68.32	Q71.05
6	Cajas de grapas	Q73.00	Q75.92	Q78.96	Q82.11	Q85.40	Q88.81
6	Resma de papel bond carta	Q200.75	Q208.78	Q217.13	Q225.81	Q234.85	Q244.24
6	Resma de papel bond oficio	Q237.25	Q246.74	Q256.61	Q266.87	Q277.55	Q288.65
100	Folders carta	Q121.67	Q126.53	Q131.59	Q136.86	Q142.33	Q148.02
50	Folders oficio	Q60.83	Q63.27	Q65.80	Q68.43	Q71.17	Q74.01
6	Cartucho de tinta negra	Q985.49	Q1,024.91	Q1,065.90	Q1,108.54	Q1,152.88	Q1,199.00
6	Cartucho tinta color	Q1,204.49	Q1,252.67	Q1,302.77	Q1,354.88	Q1,409.08	Q1,465.44
10	Leits mediano	Q182.50	Q189.80	Q197.39	Q205.29	Q213.50	Q222.04
10	Leits grandes	Q243.33	Q253.06	Q263.19	Q273.71	Q284.66	Q296.05
12	Cuadernos de líneas	Q51.10	Q53.14	Q55.27	Q57.48	Q59.78	Q62.17
12	Cuadernos de cuadros	Q51.10	Q53.14	Q55.27	Q57.48	Q59.78	Q62.17
2	Botes de llenadores de cartucho negro	Q60.83	Q63.27	Q65.80	Q68.43	Q71.17	Q74.01
2	Botes de llenadores de cartucho amarillo	Q60.83	Q63.27	Q65.80	Q68.43	Q71.17	Q74.01
2	Botes de llenadores de cartucho rojo	Q60.83	Q63.27	Q65.80	Q68.43	Q71.17	Q74.01
2	Botes de llenadores de cartucho azul	Q60.83	Q63.27	Q65.80	Q68.43	Q71.17	Q74.01
	<b>TOTALES</b>	<b>Q4,300.87</b>	<b>Q4,472.90</b>	<b>Q4,651.82</b>	<b>Q4,837.89</b>	<b>Q5,031.41</b>	<b>Q5,232.66</b>

Cuadro No. 37 (continuación)

Cantidad	Descripción	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
6	Cajas de lápices	Q106.22	Q110.47	Q114.89	Q119.49
6	Cajas de lapiceros	Q96.99	Q100.87	Q104.90	Q109.10
12	Marcadores	Q92.37	Q96.06	Q99.90	Q103.90
12	Cajas de gancho	Q138.55	Q144.09	Q149.86	Q155.85
6	Botes de pegamento	Q78.51	Q81.65	Q84.92	Q88.32
3	Almohadillas	Q69.28	Q72.05	Q74.93	Q77.93
6	Resaltadores	Q69.28	Q72.05	Q74.93	Q77.93
6	Cajas de clips	Q92.37	Q96.06	Q99.90	Q103.90
6	Cajas de gancho	Q73.89	Q76.85	Q79.92	Q83.12
6	Cajas de grapas	Q92.37	Q96.06	Q99.90	Q103.90
6	Resma de papel bond carta	Q254.01	Q264.17	Q274.74	Q285.73
6	Resma de papel bond oficio	Q300.19	Q312.20	Q324.69	Q337.68
100	Folders carta	Q153.95	Q160.10	Q166.51	Q173.17
50	Folders oficio	Q76.97	Q80.05	Q83.25	Q86.58
6	Cartucho de tinta negra	Q1,246.96	Q1,296.84	Q1,348.71	Q1,402.66
6	Cartucho tinta color	Q1,524.06	Q1,585.02	Q1,648.42	Q1,714.36
10	Leits mediano	Q230.92	Q240.15	Q249.76	Q259.75
10	Leits grandes	Q307.89	Q320.21	Q333.01	Q346.34
12	Cuadernos de líneas	Q64.66	Q67.24	Q69.93	Q72.73
12	Cuadernos de cuadros	Q64.66	Q67.24	Q69.93	Q72.73
2	Botes de llenadores de cartucho negro	Q76.97	Q80.05	Q83.25	Q86.58
2	Botes de llenadores de cartucho amarillo	Q76.97	Q80.05	Q83.25	Q86.58
2	Botes de llenadores de cartucho rojo	Q76.97	Q80.05	Q83.25	Q86.58
2	Botes de llenadores de cartucho azul	Q76.97	Q80.05	Q83.25	Q86.58
	<b>TOTALES</b>	<b>Q5,441.97</b>	<b>Q5,659.65</b>	<b>Q5,886.03</b>	<b>Q6,121.48</b>

Cuadro No. 37 (continuación)

Cantidad	Descripción	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
6	Cajas de lápices	Q124.27	Q129.24	Q134.41	Q139.78	Q145.37
6	Cajas de lapiceros	Q113.46	Q118.00	Q122.72	Q127.63	Q132.73
12	Marcadores	Q108.06	Q112.38	Q116.87	Q121.55	Q126.41
12	Cajas de gancho	Q162.08	Q168.57	Q175.31	Q182.32	Q189.62
6	Botes de pegamento	Q91.85	Q95.52	Q99.34	Q103.32	Q107.45
3	Almohadillas	Q81.04	Q84.28	Q87.66	Q91.16	Q94.81
6	Resaltadores	Q81.04	Q84.28	Q87.66	Q91.16	Q94.81
6	Cajas de clips	Q108.06	Q112.38	Q116.87	Q121.55	Q126.41
6	Cajas de gancho	Q86.45	Q89.90	Q93.50	Q97.24	Q101.13
6	Cajas de grapas	Q108.06	Q112.38	Q116.87	Q121.55	Q126.41
6	Resma de papel bond carta	Q297.16	Q309.04	Q321.40	Q334.26	Q347.63
6	Resma de papel bond oficio	Q351.18	Q365.23	Q379.84	Q395.03	Q410.84
100	Folders carta	Q180.09	Q187.30	Q194.79	Q202.58	Q210.68
50	Folders oficio	Q90.05	Q93.65	Q97.40	Q101.29	Q105.34
6	Cartucho de tinta negra	Q1,458.76	Q1,517.11	Q1,577.80	Q1,640.91	Q1,706.55
6	Cartucho tinta color	Q1,782.93	Q1,854.25	Q1,928.42	Q2,005.56	Q2,085.78
10	Leits mediano	Q270.14	Q280.95	Q292.19	Q303.87	Q316.03
10	Leits grandes	Q360.19	Q374.60	Q389.58	Q405.16	Q421.37
12	Cuadernos de líneas	Q75.64	Q78.67	Q81.81	Q85.08	Q88.49
12	Cuadernos de cuadros	Q75.64	Q78.67	Q81.81	Q85.08	Q88.49
2	Botes de llenadores de cartucho negro	Q90.05	Q93.65	Q97.40	Q101.29	Q105.34
2	Botes de llenadores de cartucho amarillo	Q90.05	Q93.65	Q97.40	Q101.29	Q105.34
2	Botes de llenadores de cartucho rojo	Q90.05	Q93.65	Q97.40	Q101.29	Q105.34
2	Botes de llenadores de cartucho azul	Q90.05	Q93.65	Q97.40	Q101.29	Q105.34
	<b>TOTALES</b>	<b>Q6,366.34</b>	<b>Q6,620.99</b>	<b>Q6,885.83</b>	<b>Q7,161.26</b>	<b>Q7,447.71</b>

Fuente: Según cotizaciones realizadas en comercios, del municipio de Mazatenango, Such., agosto, 2015



#### 6.5.4. Ingresos estimados por la venta de compost.

En el siguiente cuadro, se detallan los cálculos proyectados por la venta de compost que producirá la Finca Agrícola Hamburgo, las estimaciones son realizadas con base a la proyección de residuos sólidos, considerando que el 26.79% del total de desechos son orgánicos.

La conversión del material orgánico a compost, según Eguluz, A., (2013), en el documento titulado “Proceso de desechos orgánicos como parte de la sostenibilidad” para calcular la producción de abono al año en kg, considera una pérdida del 70% del peso de los residuos orgánicos, que ingresan.

Por lo anterior, se proyectaron los ingresos a obtener del proceso del material orgánico.

Cuadro No.38. Ingresos estimados por la venta de compost en 20 años.

Año	Producción estimada en material orgánico (kg/año) (100%)	Abono producido al año en kg (30%)	Quintales producidos al año	Precio estimado por quintal	Total ingreso anual
2015	28528.00	8558.40	188.28	Q30.00	Q5,648.54
2016	31456.00	9436.80	207.61	Q30.00	Q6,228.29
2017	34411.00	10323.30	227.11	Q30.00	Q6,813.38
2018	37393.00	11217.90	246.79	Q30.00	Q7,403.81
2019	40404.00	12121.20	266.67	Q30.00	Q7,999.99
2020	43445.00	13033.50	286.74	Q30.00	Q8,602.11
2021	46516.00	13954.80	307.01	Q30.00	Q9,210.17
2022	49619.00	14885.70	327.49	Q30.00	Q9,824.56
2023	52755.00	15826.50	348.18	Q30.00	Q10,445.49
2024	55925.00	16777.50	369.11	Q30.00	Q11,073.15
2025	59130.00	17739.00	390.26	Q30.00	Q11,707.74
2026	62371.00	18711.30	411.65	Q30.00	Q12,349.46
2027	65650.00	19695.00	433.29	Q30.00	Q12,998.70
2028	68968.00	20690.40	455.19	Q30.00	Q13,655.66
2029	72326.00	21697.80	477.35	Q30.00	Q14,320.55
2030	75725.00	22717.50	499.79	Q30.00	Q14,993.55
2031	79167.00	23750.10	522.50	Q30.00	Q15,675.07

<b>Año</b>	<b>Producción estimada en material orgánico (kg/año) (100%)</b>	<b>Abono producido al año en kg (30%)</b>	<b>Quintales producidos al año</b>	<b>Precio estimado por quintal</b>	<b>Total ingreso anual</b>
2032	82653.00	24795.90	545.51	Q30.00	Q16,365.29
2033	86186.00	25855.80	568.83	Q30.00	Q17,064.83
2034	89765.00	26929.50	592.45	Q30.00	Q17,773.47
2035	93393.00	28017.90	616.39	Q30.00	Q18,491.81

Fuente: El autor, agosto, 2015.

#### 6.5.5. Tarifas por la venta de material reciclable.

A continuación se presentan los cálculos proyectados de la venta del material recuperable que producirá la Finca Agrícola Hamburgo, las estimaciones se realizaron con base a la producción de residuos recuperables en quintales.

El precio estimado por quintal para el material recuperable, se calculó con base a las cotizaciones realizadas de los precios de cada residuo recuperable, a continuación se detallan los costos individuales de cada producto.

Cuadro No. 39 Precios unitarios del material reciclable por quintal.

<b>PRECIOS DEL MATERIAL RECICLABLE</b>		
<b>No.</b>	<b>Producto</b>	<b>PRECIO EN QUINTAL</b>
1	Papel	Q.15.00
2	Aluminio	Q.215.00
3	Cobre	Q.1,400.00
4	Vidrio	Q.15.00
5	PET (plástico)	Q.35.00
6	Chatarra	Q.2,145.00
	<b>PROMEDIO</b>	<b>Q.637.50</b>

Fuente: Cotizaciones realizadas en diferentes localidades del municipio de Mazatenango, Such. Agosto, 2015.

Con base al promedio del cuadro anterior, se efectuaron las proyecciones de los costos de los materiales recuperables, a continuación se presentan los cálculos.

Cuadro No. 40 Ingresos estimados por la venta del material recuperable en la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

Año	Producción estimada en desechos recuperables (kg/año)	Quintales producidos al año	Precio estimado por quintal (promedio)	Total ingreso anual
2015	63550	63.55	Q637.50	Q40,513.13
2016	70070	70.07	Q637.50	Q44,669.63
2017	76660	76.66	Q637.50	Q48,870.75
2018	83300	83.3	Q637.50	Q53,103.75
2019	90010	90.01	Q637.50	Q57,381.38
2020	96780	96.78	Q637.50	Q61,697.25
2021	103620	103.62	Q637.50	Q66,057.75
2022	110540	110.54	Q637.50	Q70,469.25
2023	117520	117.52	Q637.50	Q74,919.00
2024	124580	124.58	Q637.50	Q79,419.75
2025	131720	131.72	Q637.50	Q83,971.50
2026	138940	138.94	Q637.50	Q88,574.25
2027	146250	146.25	Q637.50	Q93,234.38
2028	153640	153.64	Q637.50	Q97,945.50
2029	161120	161.12	Q637.50	Q102,714.00
2030	168690	168.69	Q637.50	Q107,539.88
2031	176360	176.36	Q637.50	Q112,429.50
2032	184130	184.13	Q637.50	Q117,382.88
2033	192000	192	Q637.50	Q122,400.00
2034	199970	199.97	Q637.50	Q127,480.88
2035	210940	210.94	Q637.50	Q134,474.25

Fuente: El autor, agosto, 2015.

Según el cuadro anterior, se observa que cada año la Finca Agrícola Hamburgo incrementará la tasa de producción del material recuperable, que se verá reflejado en el ingreso de la venta del residuo, como por ejemplo para el año 2016 se producirá de material recuperable 70.07 quintales, representando un ingreso de Q.44,669.63 y para el último año (2035) producirá un total de 210.94 quintales, con un ingreso total de Q.134,474.25.

## 6.6. Flujo de caja

A continuación se presenta, el informe financiero del proyecto: diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos que detalla los flujos de ingresos y egresos, para un período de 20 años.

Cuadro No. 41 Flujo de caja para la planta de tratamiento de desechos sólidos.

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>		Q50,897.91	Q55,684.13	Q60,507.56	Q65,381.37	Q70,299.36
Compost		Q6,228.29	Q6,813.38	Q7,403.81	Q7,999.99	Q8,602.11
Desechos Inorgánicos recuperables		Q44,669.63	Q48,870.75	Q53,103.75	Q57,381.38	Q61,697.25
<b>Egresos</b>		Q33,966.00	Q35,036.64	Q36,150.11	Q37,308.11	Q38,512.43
Insumos y accesorios		Q25,231.00	Q26,160.24	Q27,126.65	Q28,131.72	Q29,176.98
Gastos de administración		Q3,535.00	Q3,676.40	Q3,823.46	Q3,976.39	Q4,135.45
Tren de aseo (Gasolina)		Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00
<b>Gastos fijos</b>		Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20
Salario de empleados		Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20
<b>Inversión inicial</b>	-Q2,892,081.00					
Construcción planta tratamiento	-Q2,878,800.00					
Mobiliario y equipo	-Q13,281.00					
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-Q2,892,081.00</b>	<b>-Q341,119.29</b>	<b>-Q337,403.71</b>	<b>-Q333,693.74</b>	<b>-Q329,977.94</b>	<b>-Q326,264.27</b>

Cuadro No. 41 (continuación)

Concepto	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13
<b>Ingresos</b>	Q75,267.92	Q80,293.81	Q85,364.49	Q90,492.90	Q95,679.24	Q100,923.71	Q106,233.08	Q111,601.16
Compost	Q9,210.17	Q9,824.56	Q10,445.49	Q11,073.15	Q11,707.74	Q12,349.46	Q12,998.70	Q13,655.66
Desechos Inorgánicos recuperables	Q66,057.75	Q70,469.25	Q74,919.00	Q79,419.75	Q83,971.50	Q88,574.25	Q93,234.38	Q97,945.50
<b>Egresos</b>	Q39,844.93	Q41,230.73	Q9,851.82	Q10,037.89	Q10,231.41	Q10,432.66	Q10,641.97	Q10,859.65
Insumos y accesorios	Q30,344.06	Q31,557.83	Q32,820.14	Q34,132.94	Q35,498.26	Q36,918.19	Q38,394.92	Q39,930.72
Gastos de administración	Q4,300.87	Q4,472.90	Q4,651.82	Q4,837.89	Q5,031.41	Q5,232.66	Q5,441.97	Q5,659.65
Tren de aseo (Gasolina)	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00
<b>Gastos fijos</b>	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20
Salario de empleados	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20
<b>Inversión inicial</b>								
Construcción planta tratamiento								
Mobiliario y equipo								
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-Q322,628.21</b>	<b>-Q318,988.12</b>	<b>-Q282,538.53</b>	<b>-Q277,596.19</b>	<b>-Q272,603.37</b>	<b>-Q267,560.16</b>	<b>-Q262,460.10</b>	<b>-Q257,309.68</b>

Cuadro No. 41 (continuación)

Concepto	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	Q117,034.55	Q122,533.43	Q128,104.57	Q133,748.17	Q139,464.83	Q145,254.35	Q152,966.06
Compost	Q14,320.55	Q14,993.55	Q15,675.07	Q16,365.29	Q17,064.83	Q17,773.47	Q18,491.81
Desechos Inorgánicos recuperables	Q102,714.00	Q107,539.88	Q112,429.50	Q117,382.88	Q122,400.00	Q127,480.88	Q134,474.25
<b>Egresos</b>	Q11,086.03	Q11,321.48	Q11,566.34	Q11,820.99	Q12,085.83	Q12,361.26	Q12,647.71
Insumos y accesorios	Q41,527.95	Q43,189.06	Q44,916.63	Q46,713.29	Q48,581.82	Q50,525.10	Q52,546.10
Gastos de administración	Q5,886.03	Q6,121.48	Q6,366.34	Q6,620.99	Q6,885.83	Q7,161.26	Q7,447.71
Tren de aseo (Gasolina)	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00	Q5,200.00
<b>Gastos fijos</b>	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20
Salario de empleados	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20	Q358,051.20
<b>Inversión inicial</b>							
Construcción planta tratamiento							
Mobiliario y equipo							
<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>-Q252,102.69</b>	<b>-Q246,839.25</b>	<b>-Q241,512.97</b>	<b>-Q236,124.02</b>	<b>-Q230,672.20</b>	<b>-Q225,158.12</b>	<b>-Q217,732.85</b>

Fuente: El autor, 2015.

En el cuadro anterior, se observa que el flujo de fondos del año uno hasta el período 20, las cifras representan gastos negativos, por lo que el proyecto “Diseño de planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos” se considera no rentable al no generar ganancias durante el período de vida (20 años).

A continuación se presentan los cálculos del VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno), que indicarán la rentabilidad del proyecto de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

- **VAN (Valor Actual Neto)**

$$VAN = -I^0 + \frac{FF1}{(1+R)^1} + \frac{FF2}{(1+R)^2} + \frac{FF3 + \dots + FF20}{(1+R)^3} \dots (1+R)^n$$

Sustituyendo valores

$$VAN = \frac{-(-Q2,892,081.00)}{(1 + 0.10)^1} + \frac{-Q341,119.29}{(1 + 0.10)^2} + \dots + \frac{-Q217,732.85}{(1 + 0.10)^{20}}$$

$$VAN = \mathbf{Q-3,202,189.44}$$

El VAN para el proyecto de diseño de una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos para la Finca Agrícola Hamburgo es de **Q-3,202,189.44** lo que significa que es un proyecto no rentable debido al valor negativo que representa, pero es importante mencionar que el proyecto se centra en el cumplimiento de la norma RAS principio 10 criterio 10.5 (Criterio no crítico), en donde la norma establece que al no cumplirse un criterio durante el período de auditoria que se realiza cada año, el próximo año este criterio se convierte en criterio crítico sin opción a no aplica.

- **TIR (Tasa Interna de Retorno)**

$$\text{TIR} = \frac{R + \text{VAN}}{\text{VAN}}$$

VAN (valor absoluta)

**Sustituyendo**

$$\text{TIR} = \frac{(0.10) + (-3,202,189.44)}{3,202,189.44}$$

$$\text{TIR} = 0.099 * 100\% = \mathbf{-9.9\%}$$

La TIR para el proyecto del diseño de una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos es de **-9.9%**, lo que representa una negatividad en las ganancias, por lo tanto no es rentable.

## **6.7. Manual de operación y descripción de puestos de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos de la Finca Agrícola Hamburgo.**

### **6.7.1. Introducción**

El presente manual tiene como propósito proporcionar una guía clara y específica que garantice la óptima operación y desarrollo de las diferentes actividades de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, describiendo la aplicación correcta de las normas y procedimientos determinados para las unidades de la planta. Los objetivos planteados para el manual son los siguientes; a) determinar los procesos de operación, b)



definir los procedimientos de mantenimiento y c) definir los perfiles de puestos para la contratación del personal para la planta de tratamiento.

El manual se centra en organizar y establecer los procesos de operación de las fases de tratamiento de la planta, las cuales son: cámaras de compostaje, patio de maduración, bodega, d) relleno sanitario y laguna de lixiviados.

Se incluye también la descripción de los procedimientos, describiendo las medidas de protección personal que deben tener los operarios. Así mismo el perfil y atribuciones de cada puesto, y el reglamento que incluye el comportamiento esperado y sanciones que van dirigidas a los trabajadores y visitantes, proponen sueldos del personal con base al salario mínimo estipulado por el Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala. (MTPS, 2015).

#### **6.7.2. Objetivos**

- Generar una guía de operación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.
- Describir las atribuciones de cada puesto de trabajo para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.
- Definir los aspectos de mantenimiento de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

#### **6.7.3. Determinación de los aspectos de operación.**

En la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, debe existir un mínimo de diez empleados para la operación y mantenimiento de la misma; los puestos de trabajo de cada área se describen a continuación:

Cuadro No. 42 Descripción de puestos de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

Número de empleados	Puesto
1	Piloto, encargado del camión/transporte
2	Recolectores de los desechos sólidos y encargado de bodega/almacén
2	Cámaras de compostaje y patio de maduración
2	Relleno sanitario y laguna de lixiviados.
2	Seguridad (Garita de control)
1	Coordinador técnico de planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos

Fuente: El autor, noviembre, 2015.

#### 6.7.3.1. Operación de las fases de tratamiento.

A continuación, se describen los procesos de operación para cada una de las fases de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

- **Recolección y transporte:** en esta unidad se recolectarán los residuos y desechos sólidos de los diferentes estratos: domiciliar, oficinas, y vía pública, previamente clasificados, estos materiales serán transportados por el vehículo, que se dirigirá hacia la planta de tratamiento.
- **Recepción:** los operadores se dirigirán hacia el camión para trasladar los residuos y desechos sólidos a las fases de tratamiento correspondiente; el material orgánico se depositará en las cámaras de compostaje, los residuos recuperables en la bodega y los desechos no recuperables para el relleno sanitario.

- **Cámaras de compostaje:** integradas por ocho cámaras de compostaje, el proceso de operación consiste en transformar el material orgánico en compostaje el cual se dividen en dos fases de operación que a continuación se describen.
  - ✓ Fase uno, en esta etapa se encuentran ubicadas cuatro cámaras de compostaje con dimensiones de 5 mts. de largo, por 5 mts de ancho y 2 mts. de profundidad, cada una de las cámaras tendrá un período de llenado de un mes, ésta se cerrará y el material permanecerá durante un tiempo de tres meses, transcurrido el tiempo de residencia el material orgánico se trasladará a segunda fase mediante un volteo manual.
  - ✓ Fase dos, en esta etapa se encuentran ubicadas cuatro cámaras que estarán continuas a las cámara de la fase uno, facilitando el transporte del producto, en esta fase se debe almacenar el material orgánico durante 3 meses más. Cumplido con el período se trasladará manualmente al patio de maduración.
- **Patio de maduración:** en esta área se descargará el compost generado en el proceso anterior, deberá ser triturado, empaquetado y almacenado.
- **Bodega:** en esta área ingresará el material recuperable, (papel, vidrio, chatarra, PET, aluminio, cobre, etc.,) en espera a ser vendido, los residuos deberán ser quebrados, compactados, etc., para el almacenamiento en la bodega. El tiempo máximo de residencia de los residuos recuperables es de 15 días, para evitar la acumulación del material. En esta área los residuos recuperables se colocarán en filas y separados según su composición física (latas, papel, vidrio, PET y chatarra).
- **Relleno sanitario:** es el área para la disposición final de los desechos no recuperables, el depósito del material se debe realizar por día, deberá ser depositado en forma de celda previamente compactado, las coberturas de tierra

se deben realizar 3 veces por semana. El material de cobertura será extraída durante la etapa de construcción del relleno.

A continuación se esquematiza la operación en las fases de tratamiento.

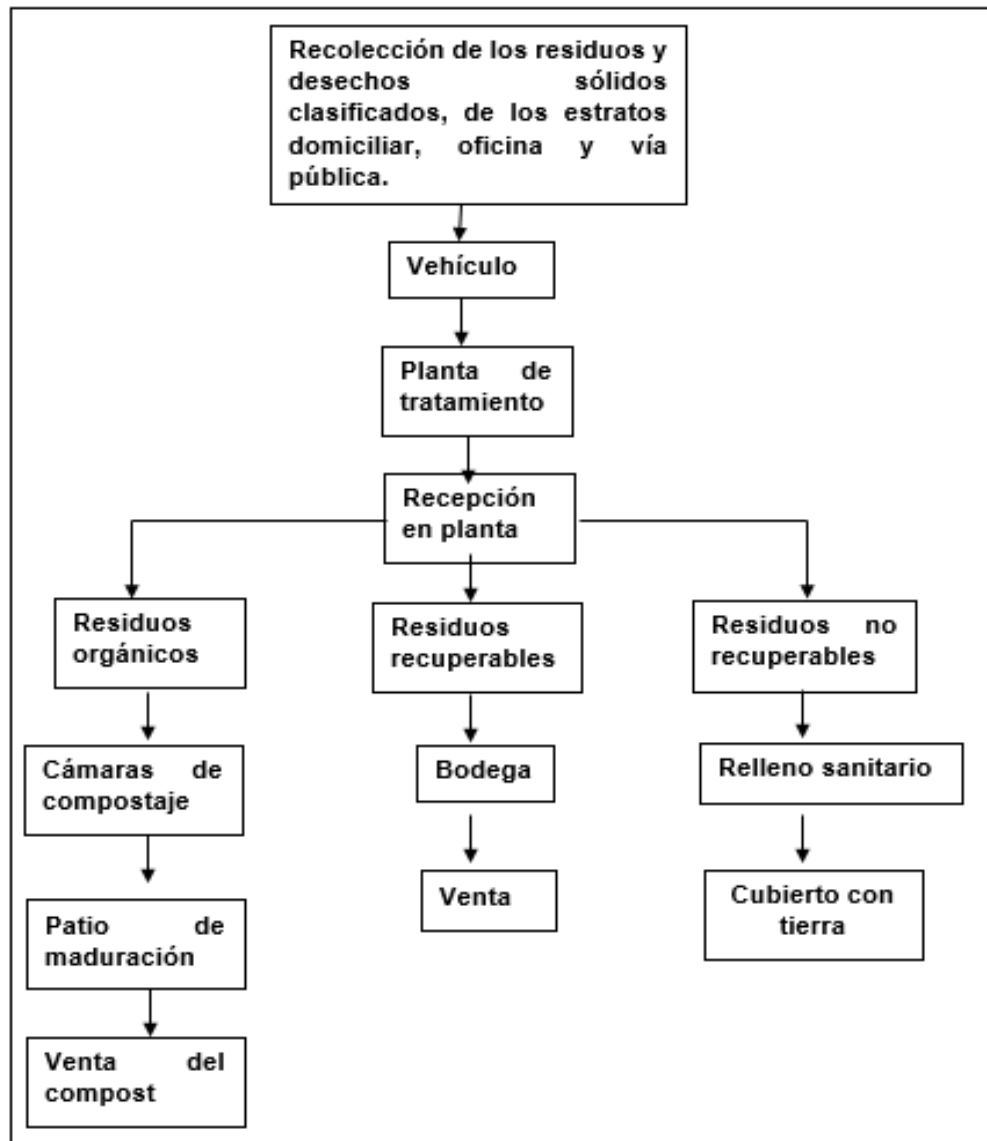


Figura No.13 Esquematización de la operación en las fases de tratamiento en la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

Fuente: El autor, noviembre, 2015.

**6.7.4. Descripción de actividades para el personal requerido en la operación de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

**A. Coordinador técnico de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos:**

**1. Objetivos del puesto**

- Coordinar y apoyar en los procesos de operación de la planta.
- Velar por el uso eficiente de los recursos de la planta.
- Asignar los recursos técnicos y humanos para llevar a cabo los proyectos con la finalidad de facilitar la priorización de los mismos.

**2. Atribuciones**

- Responsable directo del desarrollo eficiente de los procesos dentro de la planta, coordinar y delegar las funciones y actividades a implementar por el personal asignado.
- Realizar y Monitorear los registros contables y financieros de la planta y el control de ingreso de los residuos y desechos sólidos para su tratamiento en las distintas áreas.
- Brindar capacitaciones a los habitantes y trabajadores, con la finalidad de que cada usuario clasifique los desechos de acuerdo a su composición física (orgánico, inorgánico: recuperables y no recuperables)
- Elabora el informe mensual sobre el funcionamiento de la planta dirigido a la gerencia de la finca.

- Coordinar con los responsables de cada vivienda la clasificación de los desechos sólidos desde su generación hasta su tratamiento y disposición final

### **3. Perfil del coordinador técnico**

- ✓ Carrera técnica (Licenciatura o Ingeniería)
- ✓ Ambos sexos
- ✓ Edad comprendida de 25 a 50 años
- ✓ Sin antecedentes penales y policíacos
- ✓ Tarjeta de salud vigente
- ✓ Proactivo
- ✓ Responsable
- ✓ Honesto
- ✓ Líder
- ✓ Aprobación de examen realizado por la Finca Agrícola Hamburgo en temas relacionados con planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, luego asistir a capacitaciones internas sobre manejo y funcionamiento de la planta de tratamiento de desechos sólidos promovido por la misma empresa

### **B. Operadores de recolección, transporte, compostaje, almacén y relleno sanitario.**

#### **1. Objetivos de puestos.**

- Velar por el cumplimiento de actividades que se demandan en el área de trabajo.
- Trabajar coordinadamente con las restantes unidades de la planta y en materia de su competencia.

## **2. Atribuciones**

### **✓ Operadores de recolección**

1. Recolectar los desechos sólidos en las diferentes fuentes productoras (domiciliarias, oficinas y vía pública), y transportarlos hacia la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, previamente clasificados, para lo anterior deberán de serles proporcionado los insumos y herramientas necesarios para la realización de la actividad.
2. Utilizar adecuadamente las herramientas a su cargo, y realizar la limpieza del área al finalizar las actividades del día.

### **✓ Operador de transporte (piloto)**

1. Apoyar en la recolección y transporte de los residuos y desechos sólidos, además de tener a cargo la unidad móvil y servicio de mantenimiento de la misma.

### **✓ Operadores de compostaje**

1. Depositar el material orgánico en las cámaras de compost, además de desarrollar las acciones que se demanda para procesar el producto.
2. Transportar el producto terminado (compost) al patio de maduración, el cual deberá ser empacado para su comercialización.

3. Utilizar adecuadamente las herramientas a su cargo, y realizar la limpieza del área al finalizar las actividades del día.

✓ **Operadores de almacén**

1. Optimización del área, limpieza y desarrollo de las acciones que se demandan en la bodega/almacén, para procesar la materia recuperable previamente depositada en el área.
2. Son los responsables de las herramientas a su cargo, y solicitar los insumos necesarios para la ejecución de las actividades.

✓ **Operadores del relleno sanitario y laguna de lixiviados**

1. Efectuar el procedimiento para la disposición final de los desechos sólidos no recuperables, colocando en la parte más baja del relleno los desechos no recuperables manualmente y cubrirlos con una capa de tierra, la cual deberá ser compactada para optimizar espacio.
2. Son los responsables de verificar el funcionamiento adecuado de la laguna de lixiviados y servicio de mantenimiento cuando se requiera.



### **3. Perfil de los operadores**

- **Operarios**

- ✓ Nivel básico aprobado
- ✓ Sexo masculino
- ✓ Edad 20 a 50 años
- ✓ Sin antecedentes penales y policíacos
- ✓ Tarjeta de salud vigente
- ✓ Responsable en las actividades asignadas
- ✓ Honesto
- ✓ Proactivo
- ✓ Residir en área cercana a la Finca Agrícola Hamburgo (opcional)

- **Conductor/piloto**

- ✓ Nivel básico aprobado
- ✓ Poseer licencia tipo A
- ✓ Sexo masculino
- ✓ Edad requerida entre los 23 a 50 años
- ✓ Sin antecedentes penales y policíacos
- ✓ Tarjeta de salud vigente
- ✓ Experiencia comprable de dos años en el cargo/puesto
- ✓ Proactivo

### **C. Vigilante/seguridad**

#### **1. Objetivos del puesto**

- Resguardar los bienes y personas dentro de la planta.
- Observar la normativa vigente con especial atención a las normas de comportamiento y sanciones en la planta.

## **2. Atribuciones**

Brindar seguridad y el resguardo de las instalaciones de la planta, equipo y herramientas. No debe permitir el ingreso a personas ajenas a la misma, a excepción del personal autorizado por el coordinador técnico, debidamente identificado.

Documentar toda anomalía (agresiones, accidentes, mal comportamiento, etc.,) que se presente en la planta, además deberá de comunicarlo al coordinador técnico quien será el responsable de las acciones correspondientes.

## **3. Perfil del vigilante/seguridad**

- ✓ Nivel básico aprobado
- ✓ Sexo masculino
- ✓ Edad requerida de 25 a 50 años
- ✓ Poseer licencia de armas.
- ✓ Sin antecedentes penales y policíacos
- ✓ Experiencia comprendida entre uno o dos años en puestos de seguridad
- ✓ Tarjeta de salud vigente
- ✓ Responsable del equipo a su cargo y el área de su cuidado
- ✓ Proactivo

### **6.7.5. Medidas higiénicas y protección personal.**

A continuación se describen las medidas de higiene y protección personal.

Cuadro No. 43 Medidas de higiene y protección personal dentro de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

Medidas higiénicas	Protección personal
Antes de iniciar las actividades, los trabajadores deberán de lavarse las manos y después de la finalización de tareas, deberán de ducharse para prevenir enfermedades gastrointestinales.	Al iniciar las actividades dentro de la planta, los operarios deberán de portar el uniforme respectivo. (traje impermeable, botas y guantes de hule, mascarilla y gabacha plástica.
Se propone que la Finca, otorgue 3 uniformes de distintos colores para los trabajadores, quienes serán responsables de portarlos en diferentes días, además de garantizar la limpieza de los mismos y asegurar la protección personal.	
Al finalizar las actividades del día, las herramientas utilizadas deberán ser lavadas para prevenir malos olores.	
Cada operario deberá realizar la limpieza de su área respectiva al finalizar las actividades del día, para prevenir la entrada de roedores.	

ente: El autor, noviembre, 2015.

#### 6.7.5.1. Herramientas para los operarios de la planta.

A continuación se describen las herramientas a utilizar dentro de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

- ✓ Carretillas de mano
- ✓ Palas

- ✓ Azadones
- ✓ Piochas
- ✓ Machetes
- ✓ Mangueras
- ✓ Escobas
- ✓ Recipientes en diferentes tamaños para recolección diferentes residuos y desechos.

#### **6.7.5.2. Mantenimiento de las unidades de tratamiento de la planta.**

##### ***a. Cámaras de compostaje***

Antes de iniciar el llenado y después del volteo de cada cámara se deberá fumigar contra insectos y roedores, además de limpiar los canales para eliminar los restos de materia que pudieran obstaculizar la aireación de las cámaras.

##### ***b. Relleno sanitario***

Se deberá de verificar diariamente que las entradas principales de los drenajes estén libres de desechos, evitando los malos olores, además de cubrir con una capa de tierra los desechos sólidos por día.

##### ***c. Bodega***

En la bodega/almacén se debe realizar diariamente la limpieza, para evitar plagas, roedores y malos olores.

#### **6.7.5.3. Organigrama de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

A continuación se presenta el nivel jerárquico de los puestos de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos,

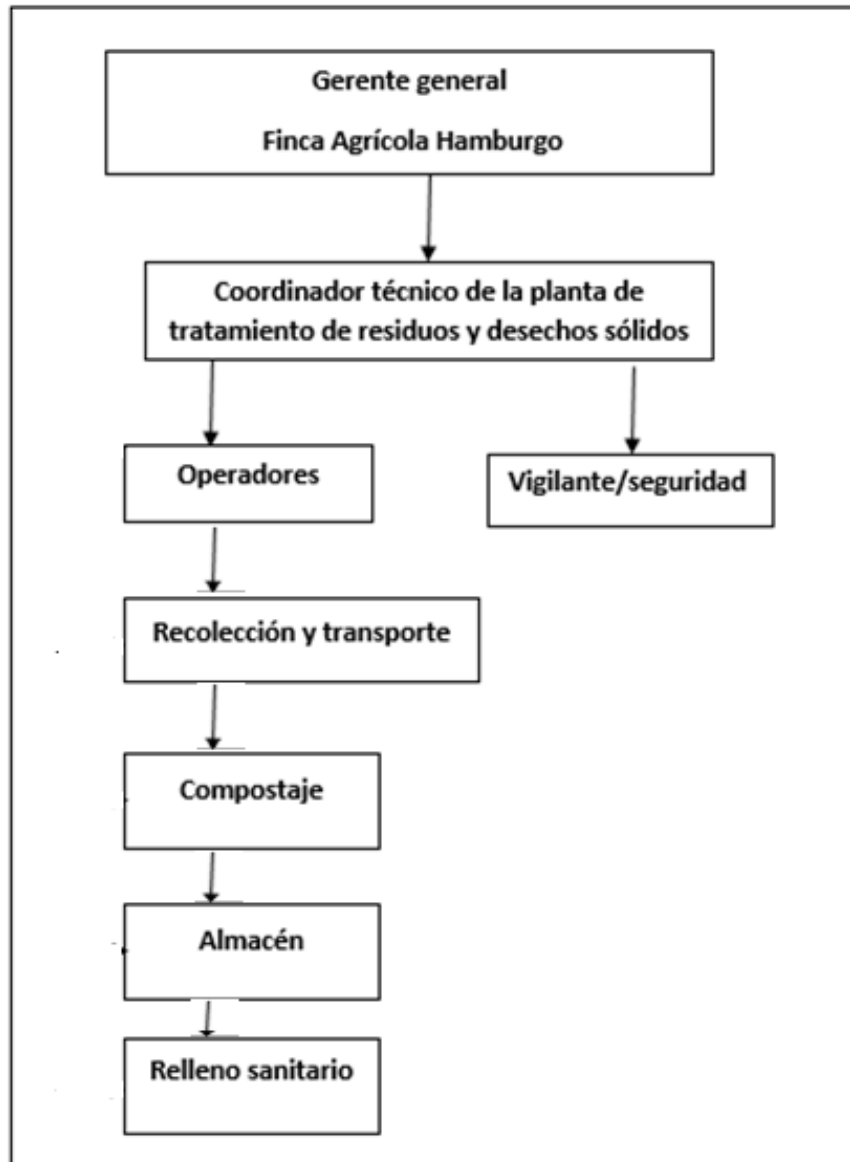


Figura No. 14 Organigrama de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

Fuente: El autor, Noviembre, 2015.

#### **6.7.6. Sueldos del personal, según el puesto para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

Según el Ministerio de Trabajo y Previsión Social (MTPS, 2015), el salario mínimo es de Q.2,394.40, más bonificación/incentivo y prestaciones de ley, considerando que por ello

se propone que el salario para operarios, chofer, guardias sea este, y para el coordinador técnico sea de Q.3,500.00 por aumento de actividades y supervisión de la planta. A continuación se presenta los gastos fijos mensuales y anuales para el primer año de funcionamiento de la planta.

Cuadro No.44 Gastos fijos mensuales y anuales para el primer año de funcionamiento para la planta de tratamiento de desechos sólidos

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Bonificación/ incentivo</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
6	Operarios	Q.2394.40	Q.250.00	Q.14,366.40	Q.172,396.40
1	Chofer	Q.2,394.40	Q.250.00	Q.2,394.4	Q.28,732.80
2	Guardias seguridad	Q.2,394.00	Q.250.00	Q.4,788.00	Q.57,456.00
1	Coordinador técnico	Q.3,500.00	Q.250.00	Q.3,500.00	Q.42,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>Q.29,837.60</b>	<b>Q.300,585.20</b>

Fuente: El autor, agosto, 2015.

#### **6.7.7. Normas de comportamiento y sanciones en la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.**

##### **A. Para trabajadores.**

- ✓ Permanecer en las instalaciones de la planta y respetar el reglamento interno.
- ✓ Portar el vestuario y equipo adecuado que proporciona la Finca Agrícola Hamburgo.
- ✓ Firmar el libro de asistencia de ingreso y salida.
- ✓ No llegar en estado de ebriedad, drogas, no ingreso de bebidas alcohólicas, entre otros.

## **B. Visitantes.**

- ✓ El ingreso de visitantes, deberá ser autorizado por el coordinador técnico.
- ✓ Portar el carné de identificación, al momento de ingresar.
- ✓ Cumplir con las indicaciones o reglas dirigidas por el coordinador técnico
- ✓ Los visitantes deben ser acompañados durante el recorrido por el coordinador técnico de la planta u otro empleado autorizado.
- ✓ No se permite el consumo de alimentos y bebidas alcohólicas dentro de la planta.
- ✓ Demostrar una conducta correcta, de lo contrario abandonar el establecimiento.
- ✓ No podrán utilizar ninguna herramienta y equipo sin autorización del coordinador técnico.

## **C. Sanciones para los trabajadores.**

- ✓ A las personas que infrinjan cualquiera de las normas anteriores, se les realizará:
- ✓ Llamado de atención verbal en una primera vez.
- ✓ Amonestación por escrito en una segunda vez y
- ✓ Suspensión del área, parcial o despido directamente.
- ✓ La solución de problemas o decisiones no previstas en este manual, serán competencia exclusiva de la gerencia de la Finca Agrícola Hamburgo, conjuntamente con el coordinador técnico.

#### **D. Vigencia.**

- ✓ Este manual entra en vigencia con autorización de la gerencia de la Finca Agrícola Hamburgo.

#### **6.8. Propuesta para la reducción de costos para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.**

La propuesta para la reducción de costos para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos se realizó con el fin de que la Finca Agrícola Hamburgo, gestione los recursos necesarios para la construcción de la planta de tratamiento, para esto se sugiere que los materiales (orgánicos e inorgánicos ) que se producen en la Finca Agrícola Hamburgo, se reutilicen y se vendan, utilizando diversas estrategias que coadyuvarán a la optimización de recursos.

A continuación se describen las estrategias para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

- **Desechos orgánicos**

Según la caracterización de los residuos y desechos sólidos, el 26.79% representan la totalidad de material orgánico (restos de comida, papel mojado, y hojarasca), por lo que se recomienda que estos productos sean depositados en la producción de humus, que tiene como proyecto la Finca Agrícola Hamburgo titulado como “Lombricultura”, en donde se produce compost a través de la materia prima de la pulpa de café y utilizado como abono en los almácigos de café y macadamia.

Según Richard, A. (2009), en el documento titulado “Aprovechamiento de los residuos orgánicos para la producción de compost” determinan que los materiales orgánicos como: bolsas de té, alimentos, verduras, frutas, papel/servilleta mojada, pulpa de café, hojarasca, restos de jardines y estiércol de animales, son indispensables para la



producción de abono, sugiriendo que para la creación de compost, es importante cumplir con las siguientes indicaciones.

- La combinación de los productos orgánicos deberán ser triturados o picados finamente, para establecer una temperatura no mayor de 35°C.
- El pH debe ser de 6.5 a 7.5.
- Humedad 80%
- Población de lombrices 100 (coqueta roja)
- Se recomienda que a cada 10 días se realice un volteo durante un período de 30 días, y la transforme en el producto final llamado “Compostaje”

Para realizar este proceso, la finca deberá realizar capacitaciones continuas, sobre la clasificación de los residuos y desechos sólidos, enseñándole a la población a separar los residuos de acuerdo a su composición física (orgánico e inorgánico) y a través del servicio “tren de aseo” que brinda gratuitamente la Finca, se recolectarán únicamente los materiales orgánicos que se destinarán al proyecto de lombricultura, para la creación de compost.

- **Desechos inorgánicos recuperables**

Con base a la clasificación de los residuos y desechos sólidos se determinó que el 67.64% corresponde a productos recuperables (plástico, aluminio, cobre, hierro, vidrio, chatarra), por lo que se recomienda que la Finca Agrícola Hamburgo instale un centro de acopio, para recibir el material recuperable.

- **Desechos inorgánicos no recuperables.**

- 

Con base a la clasificación de los residuos y desechos sólidos se determinó que el 13.53% corresponde a productos no recuperables (bolsas, duroport, baterías, pañales), por lo que se recomienda que la Finca Agrícola Hamburgo realice capacitaciones continuas (2 a 3 veces al mes), dirigidas a la población en general, para reducir el uso y consumo de los desechos no recuperables dentro las instalaciones de la Finca.

Por lo anterior la Finca Agrícola Hamburgo, deberá de crear una política sobre el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, describiendo los procedimientos y lineamientos técnicos para la minimización de los productos orgánicos, recuperables y no recuperables.

## VII. CONCLUSIONES

- 6.1. Se determinaron las características cualitativas de los residuos y desechos sólidos de la Finca Agrícola Hamburgo, por medio de la clasificación de los materiales orgánicos, inorgánicos recuperables y no recuperables, de los diferentes estratos; domiciliar, oficinas y vía pública, en donde el 26.79% corresponde a los residuos orgánicos, el 59.68% recuperables y el 13.53% desechos no recuperables.
- 6.1.1. Se determinaron las características cuantitativas de los residuos y desechos sólidos de la Finca Agrícola Hamburgo, en donde habitan 580 personas, que producen un total de 295.80 kg/día, (0.25 ton/día), asimismo se calculó que la producción per-cápita corresponde a 0.51 kg/hab/día, presentando una densidad del material orgánico de 172.215 kg/m<sup>3</sup>, recuperable 145.88 kg/m<sup>3</sup> y no recuperable 81.02 kg/m<sup>3</sup>.
- 6.2. Las fases de tratamiento propuestas para la disposición final de los residuos y desechos sólidos generados en la Finca Agrícola Hamburgo, son las siguientes:
- Recolección y transporte: Se trasladarán directamente a la planta de tratamiento de residuos y desechos previamente clasificados.
  - Cámaras de compostaje: integradas por 8 cámaras, que procesarán el material orgánico, convirtiéndolo como producto final en compostaje.
  - Bodega: Ingresará el material recuperable, el cual será compactado y triturado para su venta.
  - Relleno sanitario: En esta unidad, ingresará el producto no recuperable, durante un período de vida de 20 años.

- 6.3. La ubicación propuesta para la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos es en el lote llamado “Casa roja” que posee un área total de 25,566 metros cuadrados, que es propiedad de la Finca Colombia, anexo de la Finca Agrícola Hamburgo.
- 6.4. Las dimensiones recomendadas de la planta de tratamiento son las siguientes: cámaras de compost 200 mts<sup>2</sup>, patio de maduración 56 mts<sup>2</sup>, relleno sanitario 812 mts<sup>2</sup>, bodega 49 mts<sup>2</sup>, garita 72 mts<sup>2</sup> y administración 200 mts<sup>2</sup>.
- 6.5. El presupuesto estimado para la operación y construcción del diseño propuesto asciende a Q.2,878,800.00, mientras que los costos de operación es de Q.13,281.00 anuales, para un monto total de Q.2,892,081.00.
- 6.6. El manual de operación y descripción de puestos de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, indica las atribuciones y actividades a realizar en cada fase/unidad de la planta, así mismo el salario del personal e incluye una serie de normas tales como; comportamiento y sanciones que van dirigidas a los trabajadores y visitantes.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- 7.1. Realizar capacitaciones constantes a la población para disminuir la cantidad de residuos y desechos sólidos, y permitir que se alargue el período de vida de la planta de tratamiento, especialmente el relleno sanitario, por lo que es fundamental enfatizar en la reducción del uso de materiales no recuperables.
- 7.2. Las recomendaciones realizadas en el manual de operación y descripción de puestos, se deberán cumplir para cada fase de la planta de tratamiento, especialmente el mantenimiento a diario de cada unidad para evitar la entrada de roedores, insectos, generación de malos olores, formación de hongos, etc., que provoque el deterioro de las instalaciones de la planta.
- 7.3. Proveer equipo de protección personal a los operarios de la planta y realizar capacitaciones continuas para el mejoramiento de las actividades.
- 7.4. Antes de iniciar las actividades en la planta de tratamiento los operadores deberán de portar el equipo de protección personal para evitar los riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud.
- 7.5. Proveer equipo de protección a los operarios de la planta y capacitar La Finca debe realizar un estudio hidrogeológico en el lote “Casa roja” para conocer la profundidad del manto freático, debido a que el relleno sanitario debe ubicarse a 10 metros arriba de la lámina de agua, para evitar los focos de contaminación subterránea.

- 7.6. La propuesta para la reducción de costos para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, se realizó como una opción mientras la finca gestiona los recursos necesarios para la construcción de la planta de tratamiento, por lo tanto deberán de optimizar y reutilizar los materiales orgánicos e inorgánicos recuperables, en caso de los desechos no recuperables se sugiere que la Finca Agrícola Hamburgo realice una política para reducir la venta y consumo interno del material.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Alcaide, A. 2011. Residuos sólidos urbanos, una consecuencia de la vida. (En línea). Consultado el 10 de julio de 2015. Disponible en: [http://mayores.uji.es/datos/2011/apuntes/fim\\_ciclo\\_2012/residuos.pdf](http://mayores.uji.es/datos/2011/apuntes/fim_ciclo_2012/residuos.pdf)
2. Atlantic International University. 2005. Gestión integral de residuos sólidos. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.aiu.edu/spanish/GeneralInformation.html>
3. Banco de Guatemala. 2015. Tasa de inflación de Guatemala. (En línea), Consultado el 11 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/publica/prensa/bgpre007&e=56277>
4. Banco Interamericano de Desarrollo. 1997. Proyectos de residuos sólidos municipales. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/eiaquiareiduossolidos.pdf>
5. Batres Quevedo, J.A.; Jayes, Reyes, P.G; Cid Pérez, G. 1993. Estudio de Factibilidad para el Manejo de Desechos Sólidos Domiciliarios en las colonias Tierra Nueva I Y II de Guatemala. Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos. USAC Facultad de Ciencias Económicas. p.1-50. (Documento en línea). gt. Consultado el 20 de marzo de 2015. Disponible en: [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_2637.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_2637.pdf)
6. Benavides, Q., "Gestión de residuos peligrosos y el programa regional de CEPIS, OPS–OMS", diciembre de 2000. (En línea), consultado el 11 de agosto de 2015. Disponible en: [http://medioambiente.uaz.edu.mx/c/document\\_library/get\\_file?uuid=dec08339-fabe-4732-91cd-3046c4c2f961&groupId=337081](http://medioambiente.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=dec08339-fabe-4732-91cd-3046c4c2f961&groupId=337081)

7. Blanco, J. 2005. Sistema de manejo de lixiviados. p.13, 20-30. (Documento en línea). Consultado el 02 de agosto de 2015. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LVL6wwbkKUJ:aula.uapedia.org/pluginfile.php/3470/mod\\_resource/content/0/LIXIVIADOS.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=gt](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LVL6wwbkKUJ:aula.uapedia.org/pluginfile.php/3470/mod_resource/content/0/LIXIVIADOS.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=gt)
8. Blog de Ingeniería y Sostenibilidad. 2012. Uso y aplicación del compost. (En línea) gt. Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Md2JNNs3let:www.ison21.es/guia-del-compostaje/uso-y-aplicaciones-delcompost/+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=gt>
9. Confederación Patronal de la República Mexicana. (COPARMEX). 2011. Planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos. (En línea) mx. Consultado el 27 de octubre de 2015. Disponible en: [http://www.coparm.biz/es/plantas\\_de\\_tratamiento\\_de\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.htm](http://www.coparm.biz/es/plantas_de_tratamiento_de_residuos_solidos_urbanos.htm)
10. Contreras, A.; Suárez, J. 2006. Relleno sanitario. (En línea). Consultado el 20 de junio de 2015. Disponible en: <http://cienciasnaturales-quimica-desarrollo.blogspot.com/2008/11/rellenos-sanitarios.html>
11. Eguiluz, A. 2013. Proceso de desechos orgánicos como parte de la sostenibilidad. (En línea). Consultado el 20 de julio de 2015. Disponible en: <http://www.tiodario.com/proceso-de-desechos-organicos/0>
12. Fernández, A; Sánchez, M. 2007. Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: [http://www.unido.org/fileadmin/import/72852\\_Gua\\_Gestin\\_Integral\\_de\\_RSU.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf)




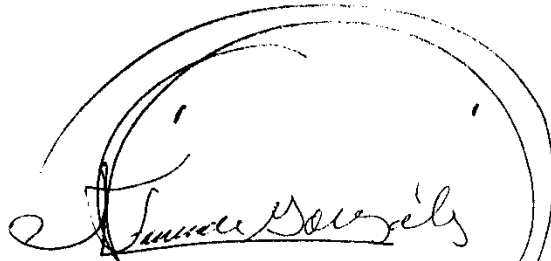
13. Ferrero, J.M. 1974. Depuración Biológica del agua. (En línea). Consultado el 24 de diciembre de 2015. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DBO.htm>
14. Fuentes, J. 2012. Evaluación de proyectos de inversión. (En línea). Consultado el 24 de octubre de 2015. Disponible en: <http://es.slideshare.net/elizmaragreda/calculo-del-van-y-el-tir>
15. Flores, C. (2009). "The solid waste problem. Journal of Management Studies". (En Línea), consultado el 10 de mayo 2015. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/06/15/Ramirez-Ana.pdf>
16. Gestión Integral y Tratamiento de los residuos sólidos de España. 2003. Tratamiento de los residuos. (En línea) es. Consultado el 10 de mayo 2015. Disponible en: <http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina4.htm>
17. Giraldo, E; Behrebtz. 1997. Proceso aeróbico. (En línea) co. Consultado el 20 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/30052>
18. González, C. 2015. Diagnóstico, porcentaje de cumplimiento de la Norma RAS de la Finca Agrícola Hambrugo, San Felipe, Retalhuleu. Guatemala, GT. p.1-60.
19. Guía técnica para la elaboración de manuales de operación, Mexico, 2004. (En línea). Consultado el 20 de octubre de 2015. Disponible en: [http://www.uv.mx/personal/fcastaneda/files/2010/10/guia\\_elab\\_manu\\_proc.pdf](http://www.uv.mx/personal/fcastaneda/files/2010/10/guia_elab_manu_proc.pdf)

20. Herráez, I. 1989. Residuos urbanos y medio ambiente. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/n2bibli.html>
21. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (IARNA). 2005. Perfil Ambiental de Guatemala. p. 20-90. (Documento digital en línea) gt. Consultado el 03 de octubre de 2015. Disponible en: [http://www.mineduc.gob.gt/portal/contenido/menu\\_lateral/programas/seminario/docs13/PERFIL%20AMBIENTAL%20GUATEMALA%202010%202012.pdf](http://www.mineduc.gob.gt/portal/contenido/menu_lateral/programas/seminario/docs13/PERFIL%20AMBIENTAL%20GUATEMALA%202010%202012.pdf)
22. Instituto Nacional de Ecología. (INE). 2007. Peso volumétrico. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/344/anexo3.html>
23. Instituto Nacional Estadística. (INE). 2014. Tasa crecimiento poblacional. (En línea) gt. Consultado el 10 de julio de 2015. Disponible en: <http://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/26/L5pNHMXzxy5FFWmk9NHCrK9x7E5Qgvvy.pdf>
24. Mackenzie, L.; Suarez, J. 2005. Ingeniería en Ciencias Ambientales (En línea). Consultado el 14 de marzo de 2015. Disponible en: <http://www.dasumo.com/libros/davis-mackenzie-l-ingenier%C3%ADa-y-ciencias-ambientales-pdf.html>
25. Martínez, J. 2005. Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. p. 20-50. (Documento digital en línea). Consultado el 14 de marzo de 2015. Disponible en: [http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/centers/proj\\_activ/stp\\_projects/08-02.pdf](http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/centers/proj_activ/stp_projects/08-02.pdf)
26. Martínez, G. 2012. Plan para la sostenibilidad. Guatemala, GT. p.1-50:

27. Marroquín, M. 2003 - 2012. Citado por Quiñónez en el documento "Proyecto de pre-factibilidad del diseño de construcción y equipamiento de una planta de tratamiento de desechos sólidos para el área de Santo Domingo. Such." Guatemala. GT.
28. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (MARN). 2005. Indicadores Ambientales Municipales. Guatemala, GT. 30 p.
29. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. (MAGA).; Simmons, Tárano. 2010. Estudios de suelos. Citado en el documento plan para la sostenibilidad de Martínez, Gustavo. Guatemala, GT.
30. Ministerio de Salud. San José Costa Rica. 1997. "Disposición correcta de los desechos sólidos dentro del relleno sanitario" (Documento en línea). Consultado el 29 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.binasss.sa.cr/poblacion/rellenosanitario.htm>
31. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (ONUDI). 2007. Guía para la gestión integral de los desechos sólidos urbanos. (En línea). Consultado el 29 de octubre de 2015. Disponible en: [https://www.unido.org/fileadmin/import/72852\\_Gua\\_Gestin\\_Integral\\_de\\_RSU.pdf](https://www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf)
32. RAS (Red de Agricultura Sostenible). 2010. Norma para Agricultura Sostenible. San José, C.R.
33. Roben, E. 2002. Diseño, construcción y operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: [www.es.scribd/doc8980550/Relleno-sanitario.com](http://www.es.scribd/doc8980550/Relleno-sanitario.com)

34. Roldan, P. 2009. Proyecto programa de recolección Selectiva de Residuos y formación de segregadores de cercado de Lima. (En línea). Consultado el 16 de marzo 2015. Disponible en: <http://escuelaverde.files.wordpress.com/2009/06/modulo-2-residuos-solidos.pdf>
35. Sawyer, C.; McCarty, P. 1996. Chemistry for Environmental Engineering. McGraw Hill, p. 50-100. (Documento digital en línea) usa. Consultado el 20 de noviembre de 2015. Disponible en: [http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis\\_De\\_Aguas/Determinacion\\_de\\_D\\_QO.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_D_QO.htm)
36. Santano, M. 2013 “Procedimiento para la estructuración de un manual” (Documento digital en línea)mex. Consultado el 20 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.pymempresario.com/2013/07/5-pasos-para-hacer-un-manual-de-procedimientos/>
37. Swift, J. y J.M. Anderson. 1979, “Clasificación de Organismo”, (Documento digital en línea). Consultado el 20 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://mymbiologiadesuelos.blogspot.com/2014/08/clasificacion-de-los-organismos-del.html>
38. Umaña, J. G. 2010. Método para evaluación y selección planta de tratamiento de desechos sólidos. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/fulltext/metevasit.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/metevasit.pdf)
39. Universidad Andrés de Boga-Colombia, 2010. “Revista de Ingeniería, composición de los desechos sólidos”. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36663/1/lcl3768\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36663/1/lcl3768_es.pdf)

40. Universidad de Talca. 1998. Curso de riego, tecnificado. (En línea) cl. Consultado el 24 de noviembre de 2015. Disponible en: [http://www.academia.edu/4685816/UNIVERSIDAD\\_DE\\_TALCA](http://www.academia.edu/4685816/UNIVERSIDAD_DE_TALCA)
41. Zucconi.; Bertoldi. 1987. Definición de compost. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com/2008/09/definicin-de-compostaje-html/>.



---

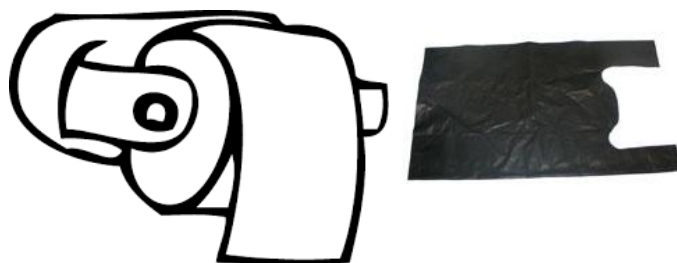
**Vo.Bo. Licda. Ana Teresa de González**  
**Bibliotecaria, CUNSUROC**

## X. ANEXOS

### ANEXOS 1



Figura No.15 Folleto ilustrativo de la clasificación de desechos sólidos  
Fuente: El autor 2015



RESTOS DE  
COMIDA  
PAPEL  
MOJADO  
PAPEL DE  
BAÑO



PLÁSTICO  
LATAS  
CARTÓN  
PAPEL  
VIDRIO  
CHATARRA  
METAL



DUROPORT  
BATERIAS  
PAÑALES  
TELA

Figura No.15 (continuación)  
Fuente: El autor 2015

## ANEXO 2

Cuadro No. 45 Registro de precipitación pluvial de la Finca Agrícola Hamburgo

Finca Agrícola Hamburgo, registro de lluvia año 2014												
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1				19	20	80		60				
2			6	14		102		5	6	21		
3			13	25		14		39	28		12	
4			6		40					30		
5			50		30		35		10	25		
6			12		110		37			31		12
7			6					22		65	40	
8			100			30			65	3		
9		2	44	20				35	38			
10			44	22				90	6	15		65
11	10		6					5				5
12	10					20		3		2		
13			2			92			30	71	12	
14		26	3			5		30	53	15		
15					75				83	92		
16			2		52	30						
17					37				49		40	
18					45	12	40	30	68	40		
19					60	44		5	100	38		
20					35	19		30	60	15		
21					20	32	5			5		22
22					40					38		
23			32		60	42	15		57	80	12	
24				32	35	12		6	95	60		
25					60	87		4		10		
26					40	17	7			36		
27			20		45	48		18				
28	1	8		20				60				
29	10	12			9		5	35	100			
30					92	5		30	20	8		
31				60	62			65				
TOTAL												
	31	48	346	212	967	691	144	572	868	700	116	104

Fuente: Finca Agrícola Hamburgo, 2014



### ANEXO 3



Figura No.16 Identificación de las casas de la Finca Agrícola Hamburgo.

Fuente: El autor 2015

#### ANEXO 4

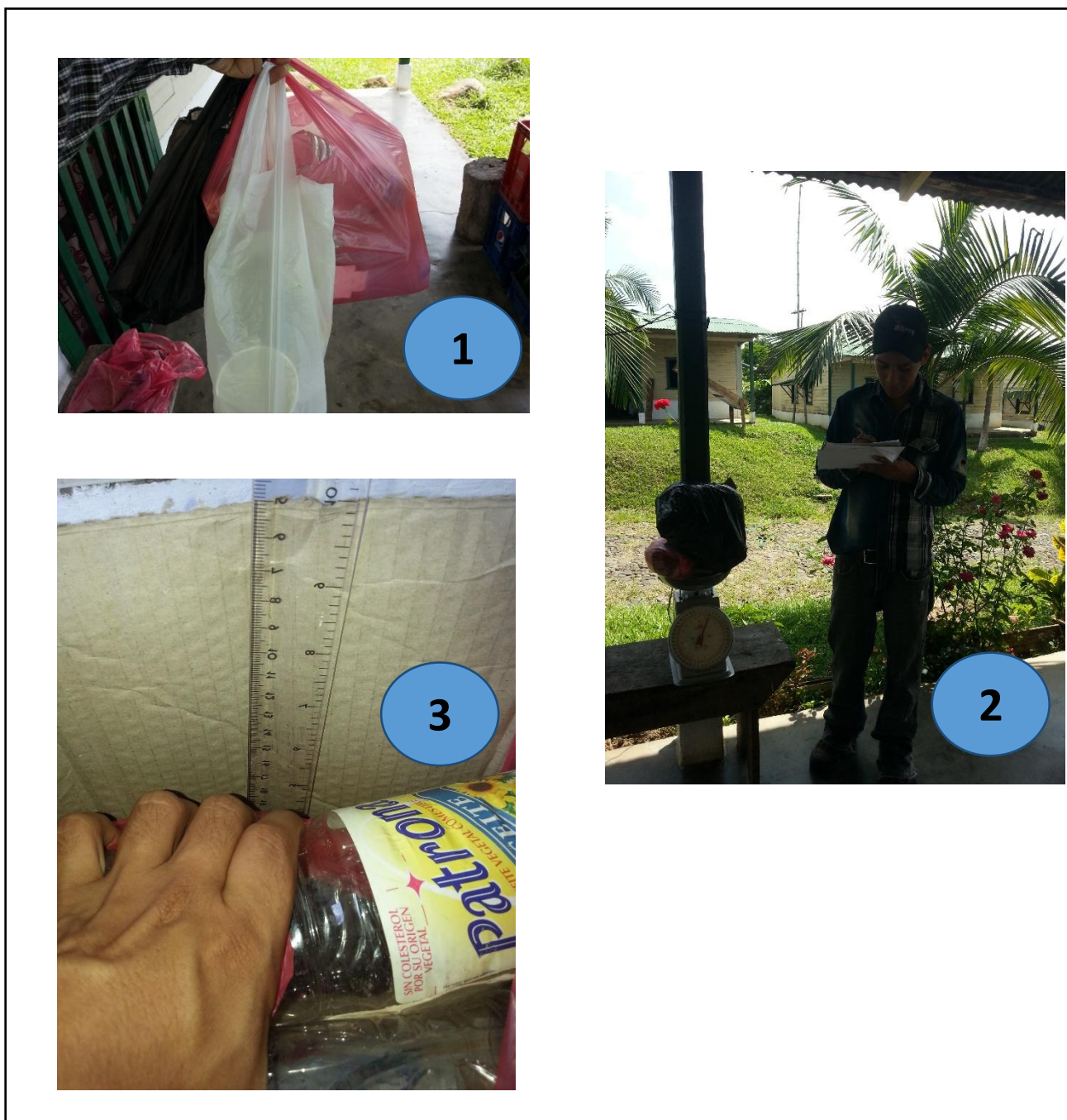


Figura no. 16 Clasificación (1), pesado (2) y determinación del volumen (3) de los desechos sólidos.

Fuente: El autor, 2015.

## ANEXO 5

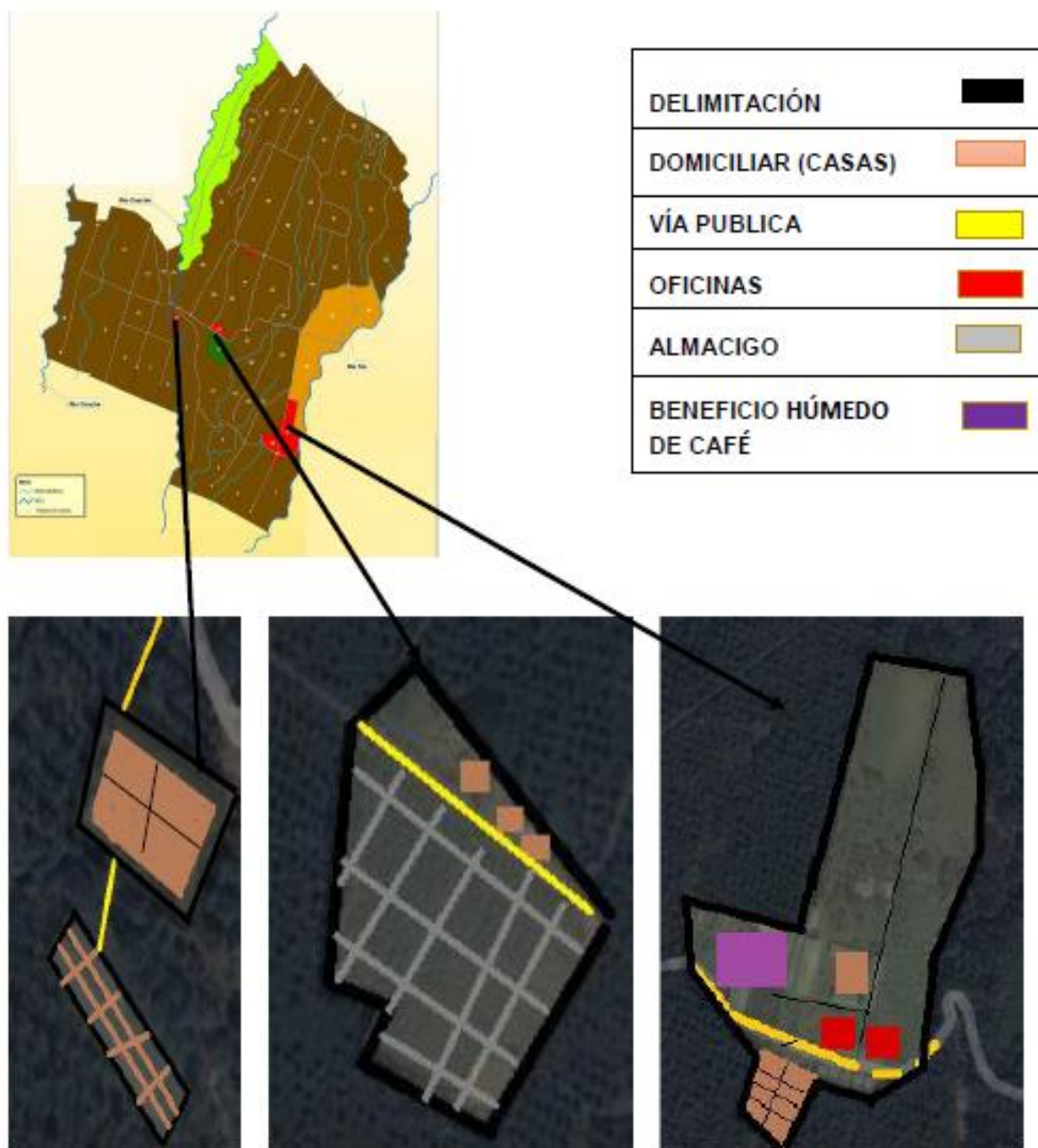


Figura No. 18 Croquis de las áreas del pesado de los residuos y desechos sólidos (domiciliar, oficinas y vía pública)  
Fuente: El autor, noviembre 2015.

## ANEXO 6

Cuadro No. 46, Datos del pesado del mes de junio en libras, de los residuos y desechos sólidos.

No. Hogar	Mes de junio						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	1.30	6.00	1.30	1.50	2.00	1.75	2.16
2	2.51	2.10	1.00	2.0	1.00	1.25	1.49
3	3.75	2.20	3.00	1.00	2.00	1.35	2.07
4	7.45	2.30	1.50	3.50	3.00	2.50	1.50
5	2.50	8.21	0.75	1.45	1.50	0.75	2.38
6	2.85	6.89	1.50	0.55	2.00	2.50	2.81
7	5.83	1.50	4.50	0.75	0.35	0.35	2.06
8	1.70	1.00	1.50	2.35	1.50	0.55	1.28
9	5.95	3.00	6.00	4.35	4.70	2.75	1.50
10	4.80	1.25	3.00	4.00	3.75	2.55	2.10
11	3.33	2.00	2.00	2.35	2.75	2.87	2.40
12	0.85	0.54	1.00	0.55	0.35	1.20	0.60
13	6.78	0.40	2.00	2.50	1.50	1.20	2.25
14	2.00	1.60	1.75	1.30	0.75	1.63	1.36
15	2.30	2.00	0.75	2.00	1.20	1.80	1.53
16	3.19	1.20	1.50	1.02	0.55	1.642	1.37
17	1.38	1.00	0.76	0.79	0.82	1.10	0.83
18	15.00	0.75	1.50	0.75	1.50	4.05	2.50
19	9.50	2.00	5.00	6.00	3.00	5.25	2.50
20	2.00	1.80	5.00	2.00	4.00	3.11	2.84
21	2.80	1.40	5.00	3.00	5.00	3.59	1.20
22	2.08	1.50	2.00	3.00	5.50	2.966	2.69
23	0.80	2.10	1.50	2.00	4.20	2.27	2.00
24	1.14	2.00	3.50	2.00	2.50	2.378	1.20
25	1.10	1.60	0.45	1.20	2.50	1.52	1.50
26	0.58	1.80	2.00	1.00	1.25	1.476	1.20
27	0.76	1.80	1.50	2.00	0.35	1.432	0.74
28	9.20	0.50	3.50	3.00	2.00	3.79	0.79
29	2.15	1.00	2.00	1.50	3.00	2.08	1.20
30	8.65	0.75	2.52	2.00	1.50	3.234	2.96
31	1.10	1.75	1.25	1.75	0.75	1.47	1.20
32	2.02	0.55	1.35	1.70	3.75	2.024	1.75
33	7.27	0.58	2.00	2.00	1.50	2.82	2.55
34	3.95	0.75	0.90	3.00	2.50	2.37	2.10
35	3.35	1.00	2.50	1.75	3.75	2.62	2.35
36	3.75	6.00	0.75	1.60	1.67	2.904	2.63
37	11.48	1.48	1.50	1.35	1.21	3.554	1.75
38	2.55	1.20	1.75	2.40	0.75	1.88	1.61

<b>No. hogar</b>	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>39</b>	9.50	1.50	1.89	2.50	0.67	3.362	2.20
<b>Oficina</b>	5.83	3.76	3.54	3.35	3.71	2.56	3.56
<b>Vía pública</b>	10	5.75	6.75	3.75	5.50	6.35	5.35
<b>SUMA TOTAL (en Libras)</b>	175.03	86.51	93.46	86.56	91.78	96.802	80.0006667

Fuente: El autor, julio, 2015.

## ANEXO 7

Cuadro No.47, Datos del pesado del mes de julio en libras, de los residuos y desechos sólidos.

<b>No. Hogares</b>	<b>Mes de Julio</b>						
	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
<b>1</b>	5.20	1.75	1.90	2.35	1.50	1.73	2.64
<b>2</b>	2.10	2.50	2.30	0.90	2.50	2.01	2.23
<b>3</b>	3.00	3.50	2.75	0.35	2.56	2.15	2.85
<b>4</b>	2.20	0.75	2.20	2.45	0.75	2.24	1.85
<b>5</b>	2.30	3.60	2.75	0.75	1.75	2.14	2.70
<b>6</b>	2.00	2.00	1.35	3.00	0.75	1.60	1.74
<b>7</b>	3.50	1.30	1.75	1.23	2.25	1.04	1.90
<b>8</b>	3.20	2.50	3.50	1.75	4.07	2.23	2.86
<b>9</b>	2.50	1.50	2.00	3.20	0.75	2.65	2.16
<b>10</b>	2.20	2.50	1.50	2.50	3.50	2.64	2.21
<b>11</b>	2.20	3.00	1.45	1.75	3.00	2.42	2.27
<b>12</b>	1.30	1.20	0.79	0.56	2.50	0.94	1.06
<b>13</b>	0.75	0.85	0.65	0.34	0.45	1.30	0.89
<b>14</b>	3.10	2.62	1.75	1.75	0.75	1.83	2.32
<b>15</b>	2.30	1.55	3.00	2.25	2.43	2.09	2.23
<b>16</b>	0.75	0.96	1.76	1.45	0.87	1.35	1.20
<b>17</b>	0.56	0.65	0.87	1.63	1.50	0.85	0.73
<b>18</b>	4.50	0.99	1.50	0.75	0.98	1.82	2.20
<b>19</b>	1.75	2.40	3.50	3.56	2.31	4.29	2.98
<b>20</b>	2.50	0.56	1.50	3.12	2.34	1.79	1.59
<b>21</b>	2.60	0.95	1.60	3.75	2.56	2.29	1.86
<b>22</b>	3.25	2.50	3.00	2.34	0.75	2.87	2.90
<b>23</b>	3.00	1.87	2.50	1.45	1.64	2.16	2.38
<b>24</b>	2.30	1.87	3.50	3.25	1.76	2.44	2.53
<b>25</b>	1.50	1.32	3.00	0.73	0.98	1.76	1.90
<b>26</b>	3.25	2.35	1.75	3.16	2.78	1.64	2.25

<b>No. Hogares</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
<b>27</b>	0.50	0.22	0.75	2.15	1.56	1.10	0.64
<b>28</b>	1.35	0.85	0.98	8.56	2.30	2.16	1.33
<b>29</b>	1.25	2.85	3.40	8.35	1.67	2.46	2.49
<b>30</b>	1.75	1.50	0.98	9.53	0.98	1.93	1.54
<b>31</b>	0.75	1.50	0.15	9.24	0.78	1.22	0.90
<b>32</b>	1.55	3.25	1.30	9.25	1.28	2.07	2.04
<b>33</b>	1.35	1.00	1.60	9.40	0.92	1.86	1.45
<b>34</b>	1.45	1.00	0.55	9.69	2.10	1.73	1.18
<b>35</b>	0.75	1.50	0.34	10.45	1.35	1.55	1.04
<b>36</b>	0.88	1.25	0.63	10.23	1.26	1.60	1.09
<b>37</b>	2.25	1.24	1.30	10.14	1.80	1.86	1.66
<b>38</b>	1.90	0.78	0.23	3.65	1.20	1.32	1.06
<b>39</b>	0.67	0.34	0.56	5.99	1.23	1.69	0.82
<b>Oficina</b>	3.76	3.75	3.45	2.25	2.25	3.75	3.61
<b>Vía pública</b>	3.55	6.55	7.86	6.43	2.34	6.23	9.50
<b>SUMA TOTAL (en libras)</b>	87.52	75.12	78.20	165.615	71.00	84.7455	84.781375

Fuente: Autor, julio, 2015.



## ANEXO 8

Cuadro No.48 Nombres de los lotes de la Finca Agrícola Hamburgo.

No.	Lote	Hectáreas
1	Trapiche	8.31
2	Trapiche	7.47
3	Entre Rios II	7.97
4	Arenales I	15.36
5	Entre Rios I	2.49
6	Cedro 4	7.03
7	Cedros 3	6.41
8	Cedro 2	6.27
9	Hamburgo viejo	11.51
10	Horizontes	22.95
11	Hamburgo viejo	10.19
12	Canal Cedro	4.52
13	Cedros I	3.15
14	Canal cedro	2.35
15	Pedraera	2.42
16	Mangos B	8.21
17	Arenales II	8.63
18	Almacigo	2.18
19	Entre ríos I	4.13
20	Entre ríos I	3.08
21	Entre ríos III	2.31
22	Entre ríos III	4.16
23	Infraestructura	5.3
24	Bolsa	7.72
25	Desesperado	5.89
26	Desesperado	2.63
27	Tortugas	3.56
28	Mangos A	4.15
29	Mangos A	6.75
30	Lote I	22.09
31	Lote 2	6.28
32	Lote 2	8.63
33	San Cristóbal	2.80
34	Lote 3	4.30
35	lote 4	3.83
36	Lote 5	6.05
37	Lote 6	5.72
38	Presa I	12.92
39	Presa II	7.14
40	7 altos	8.71
41	Galeras I	5.30
42	Galera II	7.56
43	Galeras II	2.61
44	7 bajos	4.41
45	Bolsa	7.33
46	Bolsita	4.91
47	Hulares	12.89
48	Colombiano	3.14
49	Triangulo	5.18
50	Cacahuete	7.32
51	Pan de azúcar	8.48
52	Maricon	6.88
53	Costa Rica	2.21
54	25 cuerdas	1.04
55	50 cuerdas	2.14
56	Lote 2	1.52

Fuente: Anacafé, 2012.



Mazatenango 20 abril 2016

MSc. Celso González Morales  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
Coordinador de Carrera

Respetable maestro González

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para presentarle el informe final de Investigación Inferencial titulado **"Diseño de planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos para la finca agrícola Hamburgo, San Felipe, Retalhuleu"**, realizado por el estudiante Crithian Alexander González Espinosa, quien se identifica con número de carné 201141371, dentro del programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local – EPSIGAL- .

Este documento se presenta para que de acuerdo con el artículo seis, inciso 6.4 del Normativo de Trabajo de Graduación, pueda a través de sus buenos oficios darse el procedimiento para poder ser considerado Trabajo de graduación, para obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local.

Respetuosamente

Inga. Agra. Mirna Lucrecia Vela Armas  
Supervisora EPSIGAL  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
CUNSUROC





Mazatenango, 05 de septiembre de 2016.

MsC. Celso González Morales  
Coordinador de Carrera  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
CUNSUROC

Respetable Ing. González:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que de acuerdo al artículo 9, del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la Investigación titulada: **"Diseño de planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos para la Finca Agrícola Hamburgo, San Felipe, Retalhuleu"**, presentada por el estudiante: **Cristhian Alexander González Espinosa**, quién se identifica con número de carné: 201141371.

Por lo tanto, en mi calidad de revisora le informo que después de realizar el proceso que se me fue asignado y verificar la incorporación de las observaciones por parte del estudiante a la investigación, procedo a dar visto bueno al documento para que se continúe con el proceso de mérito.

Respetuosamente, se despide de usted.

Atentamente,



Kharla Leticia Marysol Vides Rodas  
Ingeniera en Gestión Ambiental Local  
Revisora de Trabajo de Graduación IGAL  
CUNSUROC



CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Mazatenango Suchitepéquez, 28 de septiembre de 2016

MSc Mirna Nineth Hernández Palma  
Directora Interina  
Centro Universitario de Suroccidente

Respetable Directora:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirme al informe final de trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LA FINCA AGRÍCOLA HAMBURGO, SAN FELIPE, RETALHULEU"**, del estudiante **Cristhian Alexander González Espinosa**, de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, quien se identifica con número de carné **201141371**.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por la Ingeniera en Gestión Ambiental Local Kharla Leticia Marysol Vides Rodas, revisora del informe, el cual ya fue corregido de acuerdo a las recomendaciones realizadas.

Por lo tanto en mi calidad de Coordinador de la carrera, me permito **solicitarle el IMPRIMASE** respectivo para que el estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular,

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

MSc Celso González Morales  
Coordinador de Carrera  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
CUNSUROC





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CUNSUROC/USAC-I-55-2016**

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, trece de octubre de dos mil dieciséis-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE  
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:  
“DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y DESECHOS  
SÓLIDOS PARA LA FINCA AGRÍCOLA HAMBURGO, SAN FELIPE,  
RETALHULEU”, del estudiante: **Cristhian Alexander González Espinosa**, carné  
**201141371** de la carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

  
MSC. **MIRNA NINETH HERNÁNDEZ PALMA**  
DIRECTORA EN FUNCIONES



/gris